





IL NUOVO CIMENTO

ANNO III.



IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, DI CHIMICA E SCIENZE AFFINI

COMPILATO DA

C. MATTEUCCI E R. PIRIA

COLLABORATORI

PER LA FISICA

G. B. DONATI a Firenze
R. FELICI a Pisa
G. GOVI a Firenze

PER LA CHIMICA

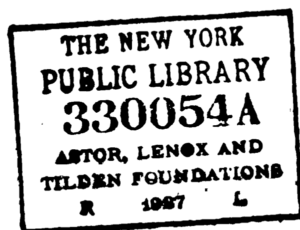
C. BERTAGNINI a Pisa
A. CANNIZZARO a Genova
S. DE LUCA a Parigi

Tomo VI.

1857

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI



SOPRA ALCUNI FENOMENI DI *MAGNETISMO DI ROTAZIONE*; RICERCHE DI C. MATTEUCCI.

Tra le varie ricerche che ho tentate alcuni anni sono sopra questo argomento, e che sono riunite in un libro (1), ve ne sono alcune eseguite tenendo sospeso sopra l' elettro-calamita rotante un cubo di bismuto cristallizzato e facendo variare la posizione dei piani del clivaggio principale di questo cubo relativamente alle linee magnetiche o al piano delle superficie polari. In un caso, essendo il cubo di bismuto, col suo filo di sospensione, nel centro del campo magnetico, i piani di clivaggio erano sospesi verticalmente, e in un altro caso tenuti orizzontali; facendo ruotare l'elettro-calamita sempre colla stessa velocità e tutte le circostanze essendo le stesse, meno la sopradetta posizione dei clivaggi del cubo, la rotazione che in esso si produceva era diversa, cioè il cubo ruotava più rapidamente allorchè i clivaggi erano verticali, che quando erano orizzontali. Questa differenza trovata, cercai di darmene la spiegazione costruendo un cubo simile con tante lastrine di rame sottili ed isolate fra loro, in modo da essere certo che la conducibilità per le correnti elettriche indotte in questo cubo non

(1) *Cours spécial sur l'induction etc. 3e. Leçon, p. 126.*

fosse la stessa in tutte le direzioni. Infatti il cubo di lastrine di rame rotava rapidamente sotto l' elettro calamita rotante se le lastrine erano verticali, mentre appena si muoveva se le lastrine erano orizzontali. Questa analogia, dalla quale aveva dedotta la spiegazione della differenza presentata dal cubo di bismuto cristallizzato, veniva in appresso sanzionata dalla scoperta della notevole differenza di conducibilità che presenta un prisma di bismuto cristallizzato, secondo che la corrente elettrica è trasmessa parallelamente ai piani di clivaggio o normalmente a questi piani.

Se si consideri, che allorquando il cubo di bismuto cristallizzato è sospeso coi clivaggi verticali, le linee magnetiche incontrano normalmente questi piani solo per una metà della rotazione intera della calamita, si può concepire che gli effetti di cui ci occupiamo devono divenire molto più grandi sostituendo al cubo delle lamine di bismuto cristallizzato. L' oggetto principale di questa nota è di descrivere le esperienze colle quali ho recentemente verificata questa deduzione; le esperienze sono rese così facili e nette da potersi ripetere anche in una lezione.

Comincerò dal descrivere minutamente la disposizione delle diverse parti dell'apparecchio usato in quest' esperienze. Credo inutile d' intrattenermi a parlare dell' elettro-calamita rotante che ho già descritta altre volte nelle mie memorie e che non è altro che un' elettro-calamita ordinaria che si fa ruotare intorno ad un asse sul quale è fissato il commutatore per cui la corrente circola nelle due spirali. Questo asse è messo in rotazione per mezzo di un roteggio o colla mano, o con un forte movimento d' orologeria: in tutti due i modi si riesce facilmente ad ottenere un movimento uniforme di rotazione che in queste esperienze era di tre giri per secondo. L' elettro-calamita adoperata consisteva in due cilindri di ferro dolce alti 10 centimetri e di 20 millimetri di diametro, riuniti insieme da una sbarra di ferro orizzontale che è quella fissata all'asse di rotazione. Intorno ad ognuno di questi cilindri è avvolto un filo di rame coperto di seta di circa 1 millimetro di grossezza e che forma cinque o sei spirali sovraposte. Sui poli dei due cilindri elettro-magnetici scorrono due lastre orizzontali di ferro dolce che sono le

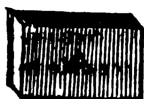
armature mobili dell'elettro-calamita, le quali si fissano a diverse distanze fra loro. Ho impiegato in queste esperienze sei pile di Grove; una bussola delle tangenti era nel circuito per accertarmi della costanza della corrente nelle diverse esperienze e nel tempo della rotazione della calamita. Devo avvertire che con un'elettro-calamita anche di dimensioni molto più piccole di quelle che ho descritte, si possono ripetere con gli stessi resultati le esperienze sul bismuto cristallizzato, alla condizione di tenere il corpo sottoposto alla calamita ruotante più vicino alle superficie polari.

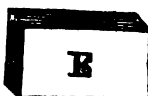
Onde ottenere le lamine di bismuto cristallizzato, conviene avere del bismuto perfettamente puro e quale si ha tenendo tre o quattro chilogrammi di questo metallo fuso per molte ore e gettando di tanto in tanto un poco di nitro sulla massa fusa: allorchè la fusione è stata rinnuovata per tre o quattro giorni prolungandola cinque o sei ore per giorno, il metallo ha acquistato la purezza necessaria per dare una massa cristallizzata come si desidera. Soglio far solidificare il bismuto così purificato colandolo dal crogiuolo in un recipiente di terra a fondo piano, che è tenuto nella sabbia riscaldata e che si ricuopre con un mattone caldo: l'altezza dello strato che deve solidificarsi è di circa 35 a 40 millimetri. Se la massa di bismuto cristallizzato così ottenuta, è piegata fortemente colle mani dopo averla fissata in una morsa, oppure percossa con un martello di rame o di legno, si produrranno delle fenditure attraverso alla massa stessa, le quali mettono in evidenza i clivaggi principali. Per le nostre esperienze bisogna ottenere dalla stessa massa di bismuto un certo numero di lamine quadre o rettangolari, alcune delle quali devono avere i clivaggi principali parallelli alla faccia più larga delle lamine ed altre avere quei clivaggi parallelli alla faccia più stretta. Il più spesso una sola massa di bismuto basta per ottenere queste lamine: altrimenti si ricorre ad una seconda fusione e solidificazione. Le lamine devono essere lavorate da un artista abile e ridotte alle stesse dimensioni per mezzo di un buon comparatore: quelle usate nelle esperienze che descriveremo sono state preparate usando un comparatore di Froment col quale si può distinguere senza incertezza una differenza di $\frac{1}{100}$ di millimetro. Le lastre adoperate nel maggior

numero delle nostre esperienze erano rettangolari ed avevano le dimensioni seguenti;

Lunghezza.	16^{mm},90
Larghezza.	9,30
Grossezza	1,75

Il peso di ognuna di queste lastre era di 2^{gr},560. Distingueremo queste lastre colla denominazione che prendono secondo la direzione diversa in cui si fissano fra i poli di un elettro-calamita, cioè, in *lastre assiali* e in *lastre equatoriali*. Chiamo *assiali* quelle lastre (A) in cui i piani del clivaggio principale sono in traverso e parallelli alla faccia più piccola della lastra, ed equatoriali (E) quelle di cui quei piani sono parallelli alla superficie più larga della lamina. È utile di tracciare sulle diverse lamine con una punta d'acciajo un segno che indichi la categoria a cui appartengono.





Per assicurarsi che la cristallizzazione è perfetta in tutta la grossezza delle lastre, oltre alla cognizione acquistata nel tagliarle, o pure col sacrifizio di una di esse presa nel mezzo della massa tagliata, si può sottoporre le lastre stesse convenientemente sospese all'azione di un'elettro-calamita. Per mezzo di una striscia di carta o di seta fissata ad una bava di bozzolo si sospendono via via le diverse lastre di bismuto colla loro lunghezza verticale, se sono assiali ed hanno i piani di clivaggio parallelli alla faccia più stretta; si sospenderanno in vece colla lunghezza orizzontale se i piani di clivaggio delle lastre assiali sono pure in traverso ma parallelli al lato più lungo. La lastra così sospesa deve essere collocata fra due ancore piane e di superficie molto estesa di una forte elettro-calamita; al momento in cui si chiude il circuito la lamina se è assiale oscilla e si fissa nella linea polare come se fosse formata di una sostanza magnetica; le lastre equatoriali invece si dirigono normalmente a quella linea come i cilindri di bismuto o di un corpo diamagnetico qualunque non cristallizzato. Si può anche con un cronometro alla mano contare un certo numero di oscillazioni

di piccola ampiezza, che dev'essere la stessa per tutte le lastre, e determinare così per ognuna delle lastre la durata di un'oscillazione; le lastre delle due specie che oscillano più rapidamente intorno al piano in cui si fissano, sono quelle di cui la cristallizzazione è la più perfetta.

Un'altra esperienza si può anche fare coll'elettro-calamita onde stabilire l'omogeneità di struttura delle lastre di bismuto. Si ha perciò un elettro-calamita coll'asse orizzontale e collocata nella cassa di una bilancia di torsione; la lastra di bismuto è fissata all'estremità di una lunga leva di legno sospesa al filo di torsione. La lastra di bismuto, allorchè il filo è in equilibrio e il micrometro a zero, deve stare in contatto o ad una distanza piccolissima dal polo di un'elettro-calamita. Quando si esperimenta sopra una lastra equatoriale i piani di clivaggio sono verticali e normali all'asse magnetico; invece colle lastre assiali, i piani di clivaggio sono paralleli all'asse magnetico. Se si misura colla torsione la repulsione che provano le varie lastre in presenza della stessa forza magnetica, si troverà che le lastre equatoriali sono molto meno respinte, circa un terzo meno, delle lastre assiali. Tanto le une quanto le altre sono tanto più perfette nella loro cristallizzazione quanto più è grande la differenza di repulsione che provano in presenza della calamita. Dopo di aver descritta l'elettro-calamita ruotante ed essermi trattenuto anche troppo lungamente sulla preparazione delle lastre assiali ed equatoriali di bismuto cristallizzato, mi rimane a dire del modo con cui si devono disporre quelle lastre nell'esperienza principale. Ho costruito un cubo di legno dolce o meglio di midolla di sambuco, o anche di cera bianca; sulle quattro faccie del cubo, che sono quelle che devono essere sospese verticalmente è praticato un incavo della larghezza precisa delle lastre di bismuto. Se il cubo è di cera, l'incavo è fatto con una lamina di rame delle dimensioni stesse della lastra di bismuto, leggiermente scaldata ed applicata sulla cera: se il cubo è di legno, o meglio di midolla di sambuco, quell'incavo si fa colla lama di un rasojo. Senza troppo dilungarci in questa descrizione del cubo in cui devono essere fissate le lamine di bismuto s'intende facilmente che questo cubo deve essere scelto di tali dimensioni da rimanere sopra e sotto all'in-

cavo in cui sono collocate le lastre in una specie di battente in modo da ritenere le lastre stesse. Nel centro di una delle faccie del cubo che non portano lastre, è fissato un gancio di vetro col quale il cubo è sospeso ad un altro gancio pure di vetro che è legato ad un filo di seta. La bava e il cubo sono contenuti in una cassa, esattamente simile a quella di una bilancia di Coulomb, colla differenza che questa cassa di cui la parete inferiore è una lastra di vetro, riposa con questa parete sopra due regoli di legno conficcati solidamente nel muro, alla distanza di due o tre millimetri dal piano superiore delle ancore dell'elettro-calamita ruotante. L'estremità superiore del filo di sospensione è fissata ad un piccolo asse unito al micrometro intorno al quale il filo può avvolgersi. Il filo di sospensione lungo un metro può essere di un certo numero di bave riunite e torte insieme o meglio fermato dalla riunione di cinque o sei bave non torte ottenute disfacendo un bozzolo. Il numero delle bave che devono essere così riunite dipende dal peso che il filo deve sostenere e che sarà $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{3}$ circa del peso che rompe quel filo composto. Si sà che un filo di bava si rompe con un peso medio di 6 a 8 grammi; quindi pel nostro cubo potrebbero bastare tre a quattro bave riunite, ma è preferibile di formarlo di cinque o sei bave. Noteremo ancora che intorno ad un orlo del cubo è fissata una lista di carta su cui è disegnata una divisione arbitraria. Il cubo è osservato col cannocchiale di un catetometro fissando con uno dei fili del micrometro una delle linee orizzontali della divisione onde determinare l'altezza del cubo. Prima di cominciare l'esperienza si lascia per un giorno o due il cubo colle sue lastre sospeso al filo, affinchè cessi di allungarsi. Conviene anche, prima di cominciare l'esperienza, di toglier le lastre e assicurarsi, dopo aver chiuso il circuito dell'elettro-calamita, che la sua rotazione non produca alcun movimento nel cubo. Basterebbero delle quantità piccolissime, come lo diremo in seguito, di materia ferruginosa, perchè il cubo solo senza lastre risentisse l'azione dell'elettro-calamita rotante.

Tutto essendo così disposto, cominceremo dal riferire un'esperienza preliminare che è stata tentata più volte sopra diverse lastre. Il cubo preparato colle quattro lastre assiali è fissa-

tó all'altezza di circa 40 millimetri col suo centro dalla superficie delle ancore dell'elettro-calamita. A quest'altezza, rotando prima in un senso, poi in senso contrario, il cubo si muove seguendo nei due casi il movimento dell'elettro-calamita, ma la forza è tanto debole che non produce mai una rivoluzione intera. Tolgo le lastre assiali e sostituisco le equatoriali e fissato il cubo alla stessa altezza ripeto l'esperienza: in questo caso il cubo fa quattro rivoluzioni complete. Variando un poco l'altezza del cubo si riesce facilmente ad ottenere che sotto l'azione dell'elettro-calamita rotante stia fermo colle lastre assiali, e ruoti invece colle lastre equatoriali.

Volendo misurare la forza sviluppata dall'elettro-calamita ruotante nel cubo così sospeso si può ricorrere ad un metodo che ebbi occasione di studiare altre volte (1) e che non può essere altrimenti supplito nel caso in cui il corpo sottoposto alla calamita ruotante deve essere sospeso ad un filo sottile senza torsione, o con una torsione piccolissima. Si osserva in questi casi, che il moto rotatorio si accelera per un certo tempo e che poi, prima che il corpo cessi di ruotare, esso compie un certo numero di rivoluzioni con una velocità uniforme, cioè impiegando per ognuna presso a poco lo stesso tempo. Trattandosi di paragonare delle forze così sviluppate e non troppo diverse fra loro, si possono esse considerare come reciprocamente proporzionali alla durata di queste rivoluzioni fatte uniformemente. Non è affatto inutile di riferire qui una esperienza diretta a mostrare come questo metodo è mediocremente esatto. Ho preparato da una stessa lastra di rame, grossa $\frac{1}{2}$ millimetro, otto lastrine eguali e aventi le stesse dimensioni di quelle di bismuto: le ho per due o tre volte, immerse nell'acido nitrico, poi lavate nell'acqua, e infine riscaldate colla fiamma dell'alcole onde ossidarle alla superficie. Comincio dal mettere nel cubo quattro di queste lastrine e dall'eseguire l'esperienza notando con un cronometro che punta e coll'assistenza di un ajuto, i tempi di un certo numero di rivoluzioni del cubo, fermandomi allorchè mi accorgo che la rotazione comincia a divenire più lenta. In un'esperienza in cui contai i tempi di 15 rivoluzioni

(1) *Cours d'Induction*, p. 94.

ve ne furono 8 che sensibilmente erano fatte nello stesso tempo, cioè in 9" per ognuna. Allora tolsi il cubo, applicai sopra ognuna delle lastrine di rame un'altra lastrina simile e poi rimisi il cubo al posto. Anche in questa esperienza, in cui contai 19 rivoluzioni del cubo, ve ne furono 9 fatte con una velocità uniforme che fu di 5". L'esperienza fu ripetuta a diverse altezze con un risultato poco diverso. Sarebbe difficile di spiegare con qualche rigore perchè il tempo della rivoluzione del cubo a lastre doppie non sia stato esattamente la metà del tempo della rivoluzione del cubo che non ha che quattro lastre. Dedurremo da questo resultato che possiamo formarci con questo metodo un'idea discretamente esatta delle forze sviluppate nelle lastre di bismuto cristallizzato avendo cura di ottenere in queste esperienze delle velocità di rotazione poco diverse da quelle ottenute colle lastre di rame.

Eccoci finalmente a descrivere i risultati ottenuti colle lastre di bismuto cristallizzato. Queste esperienze sono state ripetute sopra diversi gruppi di lastre di bismuto, assiali ed equatoriali, preparate sopra masse diverse di metallo; furono anche variate tenendo il cubo a diverse altezze e usando forze magnetiche diverse ed invertendo ogni volta il senso della rotazione prima di cambiare lastra. I risultati ottenuti furono costantemente nello stesso senso, cioè la forza sviluppata dalla calamita rotante fu sempre più grande per le lastre equatoriali che per le assiali: le differenze però furono assai diverse, come doveva pur essere per la difficoltà di ottenere molte lastre tutte aventi esattamente la stessa struttura. Cominceremo dal caso in cui la differenza è stata la massima. Il centro del cubo era a 15^{mm} d'altezza dalla superficie delle armature dell'elettro-calamita, la corrente era prodotta da una pila di sei elementi di Grove e l'elettro-calamita faceva tre giri per secondo: le lamine avevano le dimensioni sopra descritte.

ESPERIENZA 1ª.

Cubo colle lastre assiali.

Numero delle rivoluzioni	*Numero dei secondi scorsi dopo il principio dell'esperienza*	*Durata di una rivoluzione in secondi*
1	59″	59″
2	85	26
3	106	21
4	124	18
5	142	18
6	160	18
7	177	17
8	195	18
9	214	19
10	234	20
11	257	23
12	290	33

Il cubo si è fermato prima di compiere la 13ª. rivoluzione.

ESPERIENZA 2ª.

Cubo colle lastre equatoriali.

Numero delle rivoluzioni	*Numero dei secondi scorsi dopo il principio dell'esperienza*	*Durata di una rivoluzione in secondi*
1	32	32
2	45	13
3	55	10
4	64	9
5	71	7
6	79	8
7	85	6
8	92	7
9	97	5
10	102	5
11	107	5
12	112	5
13	117	5
14	122	5

Il cubo ha continuato a ruotare con una velocità uniforme facendo una rivoluzione in cinque secondi.

In questo caso le forze sviluppate sulle lastre assiali e sulle equatoriali, essendo prese reciprocamente proporzionali alle durate delle rivoluzioni fatte con moto uniforme, starebbero prossimamente fra loro :: 1 : 3; questa differenza è molto più grande di quella che sarebbe unicamente dipendente dalla differenza di conducibilità. Si può supporre che le lastre assiali presentino alla propagazione delle correnti attraverso ai piani di clivaggio una resistenza analoga a quella che incontrano le correnti in un cubo formato di lamine di rame. Studiando l'influenza che hanno i tagli praticati lungo i raggi di un disco per diminuire la forza in esso sviluppata dalla calamita rotante, è stato trovato che l'effetto di questi tagli aumenta, oltrepassato un certo limite, molto più rapidamente del numero dei tagli stessi. Riferiremo qui altre esperienze fatte con altre lastre e che hanno mostrata una differenza meno grande.

Esperienza 3ª.

Cubo colle lastre assiali.

Numero delle rivoluzioni	*Numero dei secondi scorsi dopo il principio dell'esperienza*	*Durata di una rivoluzione in secondi*
1	36",50	36",50
2	54,50	18,00
3	72,50	18,00
4	101,00	28,50

La quinta rivoluzione non fu compiuta.

Esperienza 4ª.

Cubo colle lastre equatoriali.

Numero delle rivoluzioni	*Numero dei secondi scorsi dopo il principio dell' esperienza*	*Durata d'una rivoluzione in secondi*
1	22″,50	22″,50
2	32,00	9,50
3	40,00	8,00
4	47,50	7,50
5	54,75	7,25
6	62,00	7,25
7	69,25	7,25
8	77,50	8,25
9	88,00	10,50
10	104,75	16,75

L'undecima rivoluzione non fu compiuta.

Senza estendermi a descrivere altre esperienze di cui il risultato è stato poco diverso di quello riferito, mi limito a riportare quella esperienza nella quale ho ottenuto fra le forze sviluppate dall'elettro-calamita rotante nei due cubi di lastre assiali e di lastre equatoriali la più piccola differenza.

Esperienza 5ª.

Cubo colle lastre assiali.

Numero delle rivoluzioni	*Numero dei secondi scorsi dopo il principio dell' esperienza*	*Durata d' una rivoluzione in secondi*
1	26″,00	26″,00
2	38,50	12,50
3	48,50	10,00
4	58,00	9,50
5	67,50	9,50
6	77,00	9,50
7	87,75	10,75
8	101,75	14,00

Esperienza 6ª.

Cubo colle lastre equatoriali.

Numero delle rivoluzioni	*Numero dei secondi scorsi dopo il principio dell' esperienza*	*Durata d' una rivoluzione in secondi*
1	25",75	25",75
2	37,25	11,50
3	46,75	9,50
4	55,75	9,00
5	64,25	8,50
6	72,65	8,50
7	82,25	9,50
8	94,00	11,75
9	111,00	17,00

Mi sarebbe impossibile di dare una spiegazione discretamente plausibile della grande differenza che esiste fra i risultati della prima e seconda esperienza e queste due ultime. In un' occasione più propizia e avendone avuto il tempo, come spero sarà più tardi, si sarebbero dovute misurare con esattezza le forze diamagnetiche di queste diverse lastre e forse con queste misure si sarebbe scoperta in esse una differenza di struttura e quindi la spiegazione del resultato ottenuto.

Aggiungerò anche che sarebbe di qualche importanza di ripetere le stesse esperienze con lamine tagliate sopra una massa di bismuto prima ridotto in polvere e poi fortemente compresso: finalmente una esperienza analoga dovrebbe esser tentata sopra delle lamine convenientemente tagliate in un cristallo di carbonato o di sesquiossido o di solfuro di ferro.

Profittando della grossa elettro-calamita rotante montata nel modo già descritto ho voluto ripetere alcune esperienze che avevo tentato altre volte (1), ma con mezzi forse insufficienti. Le prime sono relative al magnetismo di rotazione sviluppato in alcuni composti ferruginosi. A quest' effetto sospendo ad una, o al più, a due bave semplici di bozzolo una pallina di cristallo,

(1) *Cours sur l' Induction etc. 4ᵉ. Leçon.*

con pareti sottilissime e di 15 a 16 millimetri di diametro. Questa pallina sospesa colla sua base a 2 o 3 millimetri soli di altezza sulle superficie polari dell'elettro-calamita, non riceve alcun movimento sensibile allorchè l'elettro-calamita è in rotazione, anche usando una pila di 12 elementi di Grove invece della solita di sei. Ho riempita la pallina di una soluzione satura di protocloruro di ferro, oppure di questo stesso sale allo stato solido. Messa in rotazione l'elettro-calamita usando una pila di 12 elementi, la pallina ha fatto dopo diversi minuti appena un quarto di rivoluzione: è però vero che invertendo il movimento dell'elettro-calamita anche la pallina ha rotato della stessa quantità in senso opposto. Parrebbe dunque che questo debolissimo effetto fosse realmente un fenomeno vero di magnetismo di rotazione, cioè non dovuto a qualche imperfezione dell'esperienza come potrebbe essere la forma irregolare della pallina o il difetto di omogeneità della massa ferruginosa. In luogo di questa soluzione ho messo un liquido che era formato di acqua e di $\frac{1}{10}$ di acido solforico e di $\frac{1}{10}$ di nitrico. Anche questo liquido ha concepito sotto l'elettro-calamita rotante un debolissimo movimento di rotazione, che è stato sempre nel senso stesso dell'elettro-calamita ed un poco più grande di quello della soluzione ferruginosa, essendosi esteso sino ad una mezza rivoluzione. Sembrerebbe naturale di spiegare questo risultato, attribuendolo alle correnti indotte nel liquido buon conduttore e probabilmente la debole rotazione prodotta nella soluzione ferruginosa, che non è in alcun rapporto col potere magnetico grandissimo della soluzione medesima, ha la stessa origine. Ammettendo questa spiegazione, le esperienze riferite avrebbero una qualche importanza, forse per esser le sole che provano lo sviluppo delle correnti indotte in una massa interamente liquida indipendentemente da un conduttore metallico che faccia parte del circuito. Che nelle soluzioni ferruginose, anche molto concentrate ed in certi sali di ferro, la calamita rotante, malgrado il poter magnetico molto forte di questi corpi, non produca la rotazione come nel ferro dolce o negli ossidi di ferro, sembra doversi attribuire alla mancanza di ogni potere coercitivo in quelle soluzioni e in quei sali.

Ho ripetuto e cogli stessi risultati ottenuti altre volte le

esperienze sul magnetismo di rotazione svolto nei miscugli formati di una materia diamagnetica e di una quantità piccolissima di perossido di ferro o *colcothar*. Le materie diamagnetiche adoperate furono la cera, l'acido stearico e la resina. Con questi miscugli si formano palline di 10 o 12 millimetri di diametro che sono sospese ad una bava sopra l'elettro-calamita rotante. Mi limito a notare che una pallina formata di un miscuglio di cera e di *colcothar* nella proporzione di 1 di perossido e di 7999 parti di cera, faceva un gran numero di rivoluzioni ora in un senso ora nell'altro seguendo sempre il movimento dell'elettro-calamita. Questo miscuglio per l'eccesso della cera e malgrado la presenza del perossido di ferro, era distintamente, benchè debolmente, respinto dalla calamita.

Ho di nuovo tentato di scoprire se il fosforo, lo zolfo, la resina, che sono corpi molto più diamagnetici del miscuglio sopraddetto, risentivano l'azione dell'elettro-calamita rotante, ma, come per il passato, e malgrado l'uso di un'elettro-calamita molto più forte, non sono riescito a scorgere un movimento sensibile e ben determinato di rotazione.

Nel miscuglio di cera e di *colcothar* è dunque al composto ferruginoso, che si deve la proprietà di rotare; lo stato diamagnetico solo non basta a comunicare ad un corpo questa proprietà.

Descriverò per ultimo i risultati ottenuti operando sopra miscugli di resina, e di polveri metalliche allo stato di grande divisione. Ho adoperato in queste esperienze polveri d'oro e d'argento ottenute allo stato di grande divisione coi processi chimici conosciuti: queste polveri dovendosi mescolare colla resina in fusione hanno sopra la polvere di rame adoperata altre volte, oltre il vantaggio di ottenersi più facilmente allo stato di purezza, quello di non ossidarsi col riscaldamento mentre si mescolano colla resina fusa. I miscugli di resina e di polveri finissime d'argento e d'oro, dotati in alto grado del potere diamagnetico il quale si trova eguale alla somma dei poteri diamagnetici dei componenti, ridotti in palline e così esposti all'elettro-calamita rotante, compiono un gran numero di rivoluzioni, ora in un senso ora nell'altro, secondo il senso in cui ruota l'elettro-calamita. Abbiamo cercato altre volte, e recentemen-

te ancora di farci un'idea abbastanza esatta delle forze diverse sviluppate da una calamita rotante in una data massa metallica ora continua, ora divisa in un certo numero di parti isolate fra loro e sempre più piccole ma pur suscettibili di misura, ora finalmente convertita in uno stato di grande divisione in particelle finissime di circa $\frac{1}{755}$ di millimetro pure isolate fra loro: questa forza, che diminuisce rapidamente colla divisione della massa metallica finchè questa divisione è giunta ad un certo limite, non diminuisce più, raggiunto questo limite per un grado maggiore di divisione: avviene anzi coi metalli molto conduttori come il rame, l'argento e l'oro, che la forza sviluppata dalla calamita rotante nei miscugli di queste polveri e resina, è maggiore colla polvere più fine che con una meno fine.

Prima di occuparci della spiegazione di questo fenomeno, cominceremo dal considerare che quantunque sia oggi dimostrato che il poter diamagnetico di un corpo metallico cresce col grado della sua divisione, non si può attribuire a questo maggior grado di poter diamagnetico il risultato trovato nei miscugli di resina e di polveri metalliche esposte alla calamita rotante. Sappiamo infatti che esistono corpi che hanno un poter diamagnetico molto più grande di quello di questi miscugli, come sono il solfo ed il fosforo, i quali però non obbediscono sensibilmente all'elettro-calamita rotante. Qual'è dunque la interpretazione della proprietà riscontrata nei miscugli di resina e di polveri metalliche? Sino a qual limite si potranno concepire fisicamente impiccolite le dimensioni di una particella o di un elemento metallico, perchè lo sviluppo e la diffusione delle correnti indotte in esso dal movimento di una calamita, sieno rese impossibili o ridotte piccole e trascurabili? Benchè non ci sia concesso di rispondere a queste questioni fondandoci sopra esperienze rigorose, pure ho tentato di fare qualche ricerca che ci desse un lume sufficiente. Sospendo alla solita bava di bozzolo un'asta orizzontale formata di un sottilissimo filo di vetro alle cui estremità sono sospesi o fissati due fili di bava o di vetro finissimo i quali cadono sugli assi dei due cilindri di ferro dolce dell'elettro-calamita rotante. Alle estremità inferiori di questi fili e quindi all'altezza di due o tre millimetri dall'e-

lettro-calamita, fisso con acqua di gomma o con pasta d'amido un pezzetto di filo finissimo d'argento; questo pezzetto che è lungo uno o due millimetri, è tagliato da una matassa che è respinta dalla calamita; anche il pezzetto stesso, o non è respinto o lo è lievissimamente. Prima di aver attaccati i pezzetti di filo d'argento mi assicuro che l'elettro-calamita rotante non ha nessuna azione sopra l'asta di vetro: ripetendo l'esperienza dopo aver messi i fili d'argento, si vede l'asta prendere un movimento rapido di rotazione ora in un senso ora nell'altro secondo la rotazione dell'elettro-calamita. L'esperienza è egualmente riuscita con due pezzetti di filo di rame del peso di 10 o 15 milligrammi stando con essi all'altezza di 15^{mm} sulla calamita. Finalmente lo stesso avviene avendo sull'estremità dei due fili verticali di vetro, una piccola quantità di polvere finissima d'oro.

Si può dimandare, se la forza sviluppata dalla calamita rotante in queste ultime esperienze è della stessa natura di quella che si sviluppa nel disco continuo di Arago? Parrebbe impossibile di stabilire con qualche rigore un confronto fra due forze d'intensità tanto diversa, una delle quali è capace di effetti grandissimi e può essere esattamente misurata colla torsione di un filo metallico, mentre l'altra non produce che qualche rivoluzione in un sistema mobilissimo sospeso ad una bava senza torsione sensibile. Ma d'altra parte è pur grandissima la differenza fra le quantità di materia che nei due casi sono soggette all'induzione; e le analogie tutte ci conducono ad ammettere che un filo metallico, sia pure di un diametro sottilissimo e lungo solamente un terzo o un mezzo di millimetro, deve, movendosi d'innanzi al polo di una calamita, o sottoposto alla calamita rotante, divenire, come se questo elemento facesse parte di una massa continua, la sede di una forza elettro-motrice indotta che tende a separare per un istante i fluidi elettrici in una direzione perpendicolare a quel movimento. Nè è necessario per concepire questo fenomeno di supporre, sull'esempio di ciò che avviene nel disco di Arago, che le dimensioni del corpo indotto sieno assai grandi perchè le elettricità così sviluppate si possano neutralizzare nei punti non soggetti all'induzione. È un fatto ammesso che un filo metallico nell'atto in cui

si muove dinanzi al polo di un'elettro-calamita, diviene la sede di una forza elettro-motrice indotta, la quale o genera una corrente se quel filo fa parte di un circuito chiuso, oppure produce degli stati opposti di tensione elettrica alle estremità del filo stesso, i quali stati, cessata l'induzione, si neutralizzano nel seno del filo. Una condizione elettrica di questa natura si produce in un disco o in una lastra metallica in presenza di un polo di un'elettro-calamita, in tutti gli istanti in cui si apre e si chiude il circuito, anche senza che col galvanometro si possa dimostrare l'esistenza di queste correnti. Le linee di massima induzione in questa lastra sono tanti circoli che hanno per centro il punto per il quale passa l'asse magnetico, mentre le linee di egual tensione sono normali alle linee di massima induzione e per conseguenza sono tanti raggi che partono da quel centro. Questo stato elettro-dinamico, manifestato dalle attrazioni e repulsioni che prova quella lastra allorchè è sospesa all'estremità mobile di una leva in faccia all'elettro-calamita al chiudere e all'aprire del circuito, è verificato dal fatto che non si ottengono correnti derivate applicando sulla lastra le estremità del galvanometro. Per tutte queste considerazioni, ammetteremo che la forza sviluppata nel disco di Arago è della stessa natura di quella che si sviluppa allorchè il disco è ridotto a un milligrammo o anche a meno di metallo, come nell'esperienza descritta.

Resterebbe ora a sapersi se pure è della stessa natura la forza che l'elettro-calamíta rotante sviluppa nei miscugli di resine e di polvere metalliche ridotte allo stato di grandissima divisione. Partendo dal fatto che nei miscugli di polveri metalliche e di resina il grado di divisione delle polveri esercita un'influenza per diminuire la forza sviluppata dall' elettro-calamita rotante che è tanto minore quanto più è grande questo stato di divisione, sicchè sono giunto ad ottenere sopra un miscuglio di resina e della polvere la più fine possibile di rame un effetto maggiore che sopra un miscuglio eguale nel quale però quella polvere era meno fine, ne viene necessariamente la conseguenza che non si può spiegare, senza altra aggiunta, la forza sviluppata in questi miscugli nel modo stesso e così semplicemente come s'interpreta la rotazione del disco di rame. Convien ri-

cercare, se per effetto della divisione, gli stati elettrici indotti dalla calamita rotante nelle particelle metalliche isolate fra loro, possono acquistare un'intensità maggiore e in qualche modo proporzionale al grado della divisione. Io credo che questa supposizione sia d'accordo colle analogie ed in qualche modo appoggiata dall'esperienza.

Ricorderò ancora il caso del disco di rame indotto in presenza di un'elettro-calamita al chiudere o all'aprire del circuito. Se il disco è sospeso all'estremità di un'asta vi sono dei moti di repulsione e d'attrazione che si svegliano in quegli istanti e questi moti si possono accrescere componendo il disco con diversi strati metallici sottilissimi sovraposti ed isolati fra loro: se l'asta è sospesa ad un filo di torsione si può, torcendo il filo più o meno, e prima che l'induzione si generi, ora verso l'elettro-calamita ora al di fuori, ed obbligando l'asta a premere contro e in appoggio, si può, dico, acquistare un'idea abbastanza esatta delle forze d'attrazione e di ripulsione che così si sviluppano. Volendo poi misurare col galvanometro le correnti indotte basterà d'incidere il disco lungo un raggio e di unire le estremità del galvanometro ai due orli opposti del taglio. In un modo o nell'altro si trova che facendo via via dei tagli sempre in maggior numero lungo i raggi del disco, senza togliere mai della materia, tanto le correnti indotte quanto le repulsioni e le attrazioni decrescono per quei tagli molto rapidamente.

Ricordando ciò che abbiamo detto sullo stato elettro-dinamico del disco così indotto, si dovrà dedurre dall'effetto ottenuto coi tagli radiali, che le pile elementari sviluppate per induzione agiscono l'una sull'altra e quanto più sono vicine, per accrescere le loro forze elettro-motrici.

Nè crediamo di fare un'ipotesi molto azzardata imaginando che le forze elettro-motrici indotte nelle particelle di rame, separate fra loro dagli strati di resina, le quali devono essere molto più intense delle forze elettro-motrici che nello stesso tempo e sotto la stessa azione inducente si sviluppano nelle particelle isolanti, giungeranno, tutte le altre circostanze essendo eguali, ad un grado di tensione tanto più grande quanto più saranno piccole le dimensioni delle particelle stesse. In appoggio di questa supposizione, po-

tremo citare alcuni fatti ottenuti sul disco d' Arago, dai quali si deduce che le correnti indotte sopra di esso crescono d' intensità o restano egualmente intense, allorchè si toglie quella porzione del disco in cui le correnti si diffondono. Aggiungeremo anche che le azioni reciproche che devono esercitare fra loro le forze elettro-motrici sviluppate nelle particelle metalliche cresceranno, allorchè per un maggior grado di divisione quelle particelle, sotto un dato volume di miscuglio e per un dato peso di metallo, saranno più prossime fra loro.

Riassumeremo i resultati principali delle esperienze riferite in questa memoria e le considerazioni a cui dettero luogo, colle conclusioni seguenti:

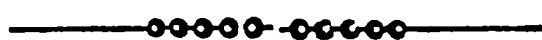
1ª. Le correnti indotte e quindi le forze sviluppate dall'elettro-calamita rotante nel bismuto cristallizzato, sono molto diverse d'intensità secondo che le linee delle forze magnetiche sono normali o parallelle ai piani del clivaggio principale di questo metallo. La differenza è nel senso stesso ma molto maggiore, di quella delle conducibilità elettriche di questo metallo in quelle due direzioni, come deve risultare per le interruzioni prodotte dalla struttura cristallina nei sistemi elettro-dinamici indotti, cioè presso a poco come avviene nel cubo di lamine di rame isolate fra loro.

2ª. Le correnti indotte molecolari sviluppate dalla calamita rotante, tanto nei corpi metallici che negli isolanti, devono essere, conformemente a ciò che avviene nei metalli diversamente conduttori, molto più intense nei primi che nei secondi; ne segue che la mancanza della rotazione sotto l'azione della calamita nel fosforo, nel solfo ec. malgrado il loro potere diamagnetico, si può spiegare imaginando che le forze elettro-motrici sviluppate dalla calamita rotante non arrivino mai alla intensità necessaria per produrre la rotazione.

3ª. Nei miscugli omogenei di particelle metalliche e di materie isolanti, la calamita rotante opera nel primo istante, come nelle lamine metalliche continue, generando delle forze elettro-motrici da cui procedono quelle correnti che più o meno liberamente si diffondono nelle masse metalliche secondo la loro estensione. Deve quindi avvenire nei miscugli omogenei di materie isolanti e di particelle metalliche finissime che le for-

ze elettro-motrici indotte in queste ultime o le tensioni degli stati elettrici così sviluppati siano maggiori di quelle che si formerebbero nello stesso tempo e nelle stesse condizioni in particelle o elementi simili facenti parte di una massa metallica continua: oltre di che queste forze elettro-motrici elementari saranno accresciute dalle azioni reciproche che esercitano l'una sull'altra, le quali non possono essere sensibili se non nel caso in cui queste polveri sieno ridotte in uno stato di grande divisione.

Ci lusinghiamo di aver così discretamente rischiarata la natura di questi diversi casi di magnetismo di rotazione; mantenendo l'accordo che deve esistere fra loro e non scostandoci dalla ipotesi dell'induzione molecolare che, secondo noi, deve dominare tutti gli effetti dell'elettricità e del magnetismo.



BRANO DELLA LEZIONE XIII DEL CORSO DI CHIMICA ORGANICA; DEL PROF. R. PIRIA (1).

I corpi semplici allo stato libero sono costituiti da molecole diatomiche — nel reagire scambievolmente non si combinano, ma si decompongono reciprocamente.

Finora si ammetteva che il cloro, il bromo, l'iodo, il fluore dall'una parte, e dall'altra l'idrogeno ed i metalli, fossero allo stato libero costituiti da un solo atomo, che si rappresentava coi simboli Ch, Br, I, F, H, M; e che quando questi corpi reagivano l'uno sull'altro, formavano per combinazione diretta i composti HCh, HBr, HI, HF, MCh, MBr ecc. Io spero potervi dimostrare che le formule di tali elementi allo stato libero sono rappresentate da una molecola composta di 2 atomi, e che i corpi elementari, come si ammettono nella teorica di Lavoisier, non sono stati ancora ottenuti allo stato d'isolamento e forse non si otterranno nemmeno in avvenire. Per quanto strana una

(1) Senza averne chiesta licenza al nostro Amico e Collega riproduciamo questo brano di una sua Lezione, perchè il soggetto nuovo e importante del medesimo, ci è parso trattato con molta lucidità e forza d'argomenti. C. M.

tale proposizione possa sembrarvi a primo aspetto, io spero potere indurre nella vostra mente il convincimento che essa non è che l'enunciazione di una legge generale già presentita e vagamente enunciata prima d'ora, ma che in questi ultimi anni è stata sostenuta da vari illustri chimici, e principalmente da Gerhardt. Agli argomenti addotti finora, ne aggiungerò alcuni altri, che se non m'inganno, mi sembrano tali da non lasciare alcun dubbio sull'esattezza della medesima.

Prima di tutto se rammentate l'analogia che in altra occasione abbiamo cercato di stabilire tra il fenomeno della sostituzione e quello dell'accoppiamento, ricorderete senza dubbio che queste due espressioni non sono che due modi diversi di enunciare una stessa legge, e che p. es. i derivati nitrici della naftalina si possono tanto considerare come generati per la sostituzione di NO^4 all'idrogeno di tale sostanza, quanto come prodotti dell'accoppiamento dell'acido nitrico colla naftalina. Se ravvicinate tale reazione a quella che il cloro spiega sulla stessa sostanza, e se convenite meco che esse appartengono allo stesso ordine di fenomeni, dovrete altresì convenire che il cloro libero dev'essere rappresentato colla formula ChCh. Ed invero, se una sola molecola d'acido nitrico, agendo sulla naftalina, si scinde in due parti, l'una delle quali s'impiega ad eliminare l'idrogeno, l'altra a sostituirlo, bisognerà egualmente ammettere che durante la reazione del cloro il doppio ufficio sia adempiuto da una sola molecola di questo agente. E siccome dall'altro canto il cloro in parte si combina all'idrogeno per formare HCh, ed in parte si unisce agli elementi della naftalina in surrogazione dell'idrogeno, formando $C^{20}H^7Ch$, per mantenere l'analogia tra questa reazione e quella prodotta dall'acido nitrico, bisognerà ammettere che i due atomi di cloro costituivano una sola molecola = ChCh.

Se il cloro allo stato libero fosse rappresentato da Ch soltanto, non s'intenderebbe per qual ragione la minima quantità di questo corpo che s'impiega nei casi di sostituzione sia sempre eguale a due atomi. La nota reazione del cloro sull'ossido di mercurio, di cui vi ho parlato in altra circostanza (1) conferma

(1) *Corso di Chimica Organica*; I, 55.

viemaggiormente la stessa proposizione. Ed invero, mentre dall'una parte l'ossido di mercurio si scinde in ossigeno ed in metallo, la molecola del cloro si scinde egualmente in due parti, delle quali l'una si combina col mercurio allo stato di elemento elettronegativo, l'altra coll'ossigeno allo stato di elemento elettropositivo. La più semplice deduzione che si può trarre da questa esperienza consiste nel riguardare il cloro libero come una molecola costituita da due atomi, l'uno elettropositivo, l'altro elettronegativo.

Alla stessa conseguenza conduce l'osservare che il cloro libero opera sulle basi alcaline precisamente come le combinazioni del cloro con altri radicali: così il cloruro di benzoile si scinde in due parti, delle quali l'una, combinandosi all'ossigeno, forma acido benzoico, l'altra unendosi al metallo, forma un cloruro. In un modo consimile il cloruro di cianogeno si converte in cloruro ed in cianato; il cloruro di iodo, in cloruro e iodato. Finalmente il cloro nelle stesse condizioni si trasforma in cloruro e clorato, o in cloruro ed in ipoclorito, a seconda della natura della base che si adopera.

Un argomento che mi sembra di maggior peso nell'attuale quistione si desume dall'azione reciproca dell'acido idroclorico sopra alcuni ossiacidi del cloro e particolarmente sull'acido ipocloroso. Ricorderete dalla chimica minerale, che queste due sostanze si decompongono reciprocamente con tanta facilità, appena venute in contatto, che la loro esistenza simultanea è incompatibile nello stesso liquido. Per dare una spiegazione di tale fenomeno, bisognerebbe ammettere che un corpo combinato possa agire chimicamente sopra un altro in un modo più energico di quello che faccia allo stato libero. Sapete difatti che l'affinità del cloro per l'idrogeno è così grande, che decompone immediatamente quasi tutti i corpi idrogenati, e che dall'altra parte l'acido idroclorico è un composto stabilissimo. Ora questo stesso acido idroclorico che non viene decomposto dall'ossigeno libero, nemmeno ad un'alta temperatura, lo è invece dall'ossigeno dell'acido ipocloroso, anche alla temperatura ordinaria, sicchè si forma acqua e cloro libero. Una tale reazione è non solo inesplicabile, ma anche contradittoria, se si rappresenta il cloro libero col simbolo Ch, giacchè in tal caso l'af-

finità dell'ossigeno combinato per l'idrogeno dell'acido idroclorico, devrebb'essere minore che allo stato di libertà. Nel primo caso difatti, acciò l'ossigeno dell'acido ipocloroso possa combinarsi coll'idrogeno dell'acido idroclorico è necessario che superi non solo l'affinità del cloro per l'idrogeno, ma anche quella del cloro al quale trovasi vincolato.

Tutto ciò vi dimostra che nel fenomeno in esame all'affinità dell'ossigeno dell'acido ipocloroso per l'idrogeno dell'acido idroclorico, si aggiunge un'altra forza che concorre a produrre lo stesso risultato, la quale basta non solo a controbilanciare l'affinità con cui l'ossigeno dell'acido ipocloroso è ritenuto dal cloro, ma anche rinforzare l'affinità dell'ossigeno dell'acido ipocloroso per l'idrogeno dell'acido idroclorico, e questa forza non può essere altro che l'affinità del cloro elettronegativo dell'acido idroclorico per il cloro elettropositivo dell'acido ipocloroso. Questa spiegazione che, per quanto a me sembra, è la sola ammissibile, conduce a riguardare il fenomeno come un caso di doppia decomposizione, nel quale, come in tutti gli altri casi analoghi, si generano due nuovi composti diversi da quelli adoperati. Nel caso in esame l'uno de' prodotti è il cloro stesso, che differisce dai composti ordinari, soltanto perchè le due parti costituenti sono della stessa natura. Si ha difatti:



Le stesse considerazioni potendosi applicare sotto tutti i rapporti agli altri alogeni, si ha che il bromo, l'iodo, il fluore si debbono egualmente rappresentare allo stato libero colle formule BrBr; II; FF.

Le combinazioni dell'idrogeno danno materia a considerazioni della stessa natura, dalle quali risulta che l'idrogeno libero ha una formula diversa da quello combinato, e che mentre bisogna rappresentare il primo con HH, il secondo invece dev'essere espresso dal simbolo H. Si conosce un composto d'idrogeno e rame che ha per formula Cu^2H, il quale, messo

in contatto coll'acido idroclorico, produce una viva reazione, in cui il rame si converte in cloruro, e l'idrogeno tanto dell'acido idroclorico, quanto dell'idruro di rame, si sviluppa allo stato gassoso. Se per ispiegare questo fenomeno si volesse ammettere che l'affinità del metallo per il cloro dell'acido idroclorico è la causa della decomposizione, una tale ipotesi sarebbe contraddetta dall'osservare che il rame allo stato libero non esercita sull'acido idroclorico alcuna azione decomponente. Questa reazione è evidentemente analoga a quella che ha luogo tra l'acido idroclorico e l'acido ipocloroso, e la spiegazione che abbiamo adottata per quest'ultima, vale anche per la prima.

Da ciò adunque risulta che l'idrogeno, non meno che il cloro, è costituito da molecole biatomiche rappresentate dalla formula HH, in cui un atomo fa l'ufficio di elemento elettronegativo, l'altro di elemento elettropositivo, e che quando l'idrogeno ed il cloro reagiscono l'uno sull'altro, per formare acido idroclorico, danno luogo a una doppia decomposizione. Questo modo d'interpretare la produzione dell'acido idroclorico è inoltre convalidato da un'altra considerazione. L'acido idroclorico e gli altri idracidi racchiudono allo stato di gas una quantità d'idrogeno e di corpo alogeno uguale alla metà del proprio volume, o in altri termini, un volume d'idrogeno ed un volume di cloro, combinandosi insieme, danno origine a due volumi di acido idroclorico. Questo fatto, in apparenza così semplice, sarebbe inesplicabile, laddove si ammettesse che il cloro e l'idrogeno, prima di vincolarsi scambievolmente, fossero costituiti da un solo atomo. Ed invero, se i corpi aeriformi contengono sotto lo stesso volume un egual numero di particelle materiali, siano atomi, siano molecole, come risulta dalle considerazioni altrove esposte (1), il prodotto della reazione avendo un volume uguale alla somma dei componenti, e per conseguenza doppio di ciascuno, deve contenere un numero parimente doppio di molecole. Siccome d'altronde ciascuna molecola d'acido idroclorico HCh racchiude un atomo di cloro ed un ato-

(1) *Corso di Chimica organica*; p. 171.

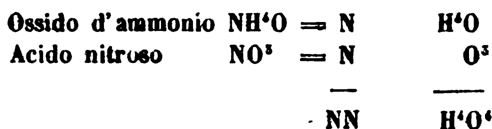
mo d'idrogeno, naturalmente consegue che nell'acido idroclorico vi è un numero di atomi di cloro e di atomi d'idrogeno doppio di quello delle molecole di cloro e d'idrogeno impiegate per ottenerlo; il che si può soltanto spiegare coll'ammettere, che il cloro e l'idrogeno allo stato libero risultino da molecole formate da due atomi, e che nell'atto della reazione si stabilisca una doppia decomposizione tra le molecole dell'uno e quelle dell'altro:



Acciò possiate formarvi una giusta idea del valore di questo argomento, che è di gran peso nella quistione attuale, sarà forse utile riferire questi rapporti di volume, indicati finora in termini generali, ad una unità di misura. Supponete adunque di mettere un litro di cloro in contatto d'un litro d'idrogeno: otterrete due litri di acido idroclorico. D'altra parte chiamate n il numero delle particelle materiali (atomi o molecole) contenute in un litro di gas idrogeno, è chiaro che un litro di gas cloro conterrà egualmente un numero n di atomi o di molecole di cloro, e che nel prodotto della reazione = 2 litri, vi saranno $2n$ molecole di acido idroclorico = HCh, ossia $2n$ atomi di cloro e $2n$ atomi d'idrogeno. Dal che chiaramente si deduce che n molecole di idrogeno, e n molecole di cloro impiegate per fare l'acido idroclorico, si sono convertite in $2n$ atomi dell'uno e $2n$ atomi dell'altro, e che per conseguenza ciascuna molecola si è scissa in due atomi.

Ciò che vi ho detto del cloro e degli altri alogeni dall'una parte, dell'idrogeno e dei metalli dall'altra, vale anche per l'azoto, e per conseguenza per il fosforo, per l'arsenico, per l'antimonio, il che mi è facile dimostrarvi con altri esempi della stessa natura di quelli che ho citati finora, tra i quali mi contenterò di addurne uno solo. Sapete che l'ammoniaca è un corpo stabilissimo, e che non si potrebbe decomporre per mezzo dell'ossigeno, a meno di far passare un miscuglio de' due gas in un tubo rovente. Un

composto discretamente stabile è ancora l'acido nitroso, ed in tutti i casi non si potrebbe decomporre per mezzo del gas idrogeno all'ordinaria temperatura, e nemmeno al calore dell'acqua bollente. Ciò posto, se saturate l'acido nitroso coll'ammoniaca, vedrete anche a freddo svilupparsi del gas azoto, per la decomposizione reciproca de' due corpi, e se riscaldate, anche moderatamente, la soluzione, vedrete la decomposizione aver luogo con tale rapidità, che se il nitrito d'ammoniaca momentaneamente prodotto non conteneva eccesso di acido, o di base, non resterà nella soluzione la più piccola traccia d'ammoniaca, o di acido nitroso. I componenti del nitrito d'ammoniaca non possono adunque esistere allo stato di combinazione, non ostante l'affinità che come acido e come base hanno l'uno per l'altro; ma i loro elementi si combinano sotto altra forma, costituendosi in uno stato d'equilibrio più stabile rappresentato dall'acqua e dall'azoto, che derivano dalla loro decomposizione reciproca:



Ossido d'ammonio	NH^4O =	N	H^4O
Acido nitroso	NO^3 =	N	O^3
		NN	H^4O^4

Come si potrebbe spiegare che l'idrogeno combinato dell'ammoniaca o dell'ossido d'ammonio operi più energicamente sull'ossigeno dell'acido nitroso, di quello che faccia l'idrogeno libero? Come viceversa s'intenderebbe che l'ossigeno combinato dell'acido nitroso possa appropriarsi l'idrogeno dell'ammoniaca, sulla quale l'ossigeno libero non ha azione? Evidentemente la decomposizione dell'acido nitroso e dell'ammoniaca dovrebbe essere più difficile per l'azione dell'idrogeno e dell'ossigeno combinati; e se l'esperienza prova il contrario, non si può fare a meno di ammettere che un'altra forza operi nel tempo stesso e nello stesso senso della prima, la quale non è altro che l'affinità dell'azoto dell'ammoniaca per quello dell'acido nitroso. Donde consegue che l'azoto libero è costituito anche esso da molecole diatomiche = NN, le quali nell'atto che si combinano, si scindono in

due, come le molecole de' corpi alogeni, dell' idrogeno e de' metalli.



SULLA SCINTILLAZIONE DELLE STELLE; MEMORIA DEL P. A. SECCHI DIR. DELL' OSSERV. DEL COLL. ROMANO.

È questo un soggetto al quale attualmente pare rivolta in modo speciale l'attenzione dei fisici e degli astronomi: ed è degno di esser coltivato, perchè quantunque non presenti speranza di straordinaria messe di scoperte, pure il conoscerlo a fondo è importante e può anche, come vedremo, tornare utile.

Le ricerche sulla scintillazione abbracciano due parti; la prima riguarda la legge dei fatti, la seconda la loro teoria. Nel presente scritto noi ci occuperemo specialmente dei primi. La scintillazione consiste realmente in una variabilità di luce e di colore delle stelle per la quale esse mutano di splendore e di tinta rapidissimamente e ciò per effetto dell'azione della nostra atmosfera. La variabilità di luce, è la più ovvia ad osservarsi, e fu notata anche dai più antichi; la variabilità di colore non è sensibile che nelle stelle più grandi come Sirio, Nigel, la Capra ec. e solo in certe circostanze particolari. Per conoscere la variabilità di colore è stato usato un mezzo molto ingegnoso e semplice, che consiste in mettere in vibrazione il cannocchiale con cui si guarda la stella; questo moto fa che l'imagine della stella si sviluppi nel campo del cannocchiale in un nastro luminoso formato nell'occhio per la persistenza della sensazione al fondo della retina. Con tal mezzo il nastro si vede distinto nei più vaghi colori dell'iride, e talora anche interrotto. Per poter misurare con precisione la velocità con cui si succedono tali cambiamenti di colore il sig. Montigny ha collocato tra l'obiettivo e l'oculare del telescopio una lente concava il cui asse ottico è eccentrico a quello del cannocchia-

le; mettendo in moto la lente con un roteggio attorno ad un' asse perpendicolare alle sue facce e facendola girare con grande celerità, esso ha potuto provare che la stella muta intensità di luce fino a *70* volte per secondo, e almeno *25* nelle circostanze più sfavorevoli (1).

Il sig. Dufour ha ancor esso studiato con diligenza questo fenomeno e ha trovato che le stelle più colorate come le gialle e le rosse sono meno scintillanti delle bianche. Diversi fatti e belle considerazioni sono esposte dal sig. Donati e dal Professor Mossotti su questo soggetto medesimo nel 1°. tomo del *Nuovo Cimento* oltre i più antichi lavori di Horke, Nicholson, Arago ec. onde sembra che nulla resti da aggiungere alle osservazioni che possono farsi ad occhio disarmato o con ordinarii cannocchiali. Ma molto poche ricerche su di ciò sono state fatte coi forti strumenti, onde non sarà inutile il riferire qui brevemente quanto mi è venuto incidentemente osservato a questo proposito nel corso delle mie osservazioni di stelle doppie, nelle quali lo stato dell'aria e la cagione della scintillazione ha più influenza che non si crede. — Per una esperienza di alcuni anni posso assicurare di aver imparato a conoscere dal semplice aspetto delle stelle ad occhio nudo qual sarà l'ordine delle stelle doppie che si potranno misurare in una determinata sera, o quanta apertura dello strumento potrà utilizzarsi. Io sono stato condotto a ciò dopo essermi assicurato della perfezione del nostro refrattore, il quale nulla lascia a desiderare dal lato di precisione ottica. Infatti è evidente che per poter pronunciare su di ciò un giudizio certo bisogna avere strumenti tali da star sicuro che la qualità delle imagini dipende unicamente dall'aria, e non dalla imperfezione delle lenti. Fortunatamente io mi trovo in tali circostanze, giacchè l'obiettivo dell'equatoriale di Merz di 9 pollici di apertura ed un altro pure di Merz di 4 pollici applicato al circolo meridiano, e col quale ho fatto alcune altre ricerche, e finalmente un terzo di 2 pollici e mezzo che appartiene al cer-

(1) Montigny, *De la scintillation des étoiles* T. XXXVIII, Acc. de Belgique.

catore dello stesso equatoriale sono tutti eccellenti. — Comincierò primieramente dal descrivere l'aspetto delle stelle quale si osserva nei vari gradi dello stato dell'atmosfera. I risultati delle mie osservazioni su di ciò si riassumono brevemente nelle figure che do qui appresso 1 a 6.

Figura delle stelle doppie secondo lo stato dell'aria.

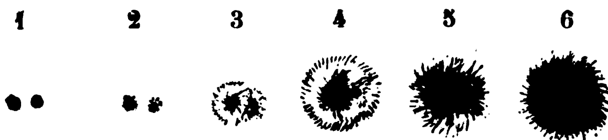


Fig. 1ª. Aria esimia = assai rara.
» 2ª. Aria ottima = buona definizione.
» 3ª. Aria buona = sufficiente definizione.
» 4ª. Irradiata aria mediocre = cattiva definizione.
» 5ª. Aria cattiva = si vede a stento.
» 6ª. Aria pessima, e non si misura.

In queste ho disegnato la figura delle stelle come vedesi nell'equatoriale con ingrandimento di 600, e di 1000 volte nei vari stati d'aria. La stella che prendo per esempio è una doppia di 2ª e 3ª grandezza come sarebbe Castore, o anche di minor grandezza che è criterio anche più delicato come la ξ Orsa maggiore ovvero alcuna di 6ª e 7ª come sarebbe la 32 Eridano, la 35 Ercole ec. stelle magnificamente colorate e separate di 3" a 5". Le stelle doppie meglio che le semplici fanno risaltare l'influenza dell'aria in queste misure, ma le stelle più strette del limite suindicato sono assai di raro osservabili, e per questo studio presto divengono inservibili. — La figura 1ª rappresenta l'imagine delle due stelle nei giorni di aria *esimia* le quali consistono in due piccolissimi dischetti lucidi senza frangie nè cerchi, e che per la perfetta acromaticità dell'obiettivo sono esattamente di una sola tinta se la stella sia bastantemente alta. Queste serate sono molto rare e appena se ne hanno una quindicina in capo all'anno. In queste si possono separare le stelle di $\frac{1}{2}$ secondo benchè siano solo di 9ª grandezza e facilmente anco-

ra si separano le piccole compagne delle grandi entro la stessa quantità, le più strette entro 0,3" se sono un poco grandi sono ovali ben distinte, ma spesso si separano se sono piccole perchè danno dischi minori. L'aria così favorevole dura poco e bisogna cogliere con grande attenzione que' brevi momenti favorevoli per fare le osservazioni più difficili. Le serate che meglio si prestano sono quelle che sono molto calme e seguono dopo una serie di due o tre giorni di tempo stabilito a barometro piuttosto alto e che si prepara per discendere e temperatura proporzionalmente un poco più elevata e con discreta umidità. A campo completamente oscuro si veggono attorno alle stelle i soliti anelli d'interferenza molto regolari, ma debolissimi, e che svaniscono alla minima luce del campo o dei fili. In queste serate il cannocchiale porta 1510 di ingrandimento, e porterebbe anche di più, giacchè avendovi applicato per oculare un microscopio composto di Amici che dava ingrandimento valutabile a 2000 ebbi risultato molto soddisfacente malgrado la sua collocazione provvisoria. Tanto è vero che lo stato dell'aria è il principale elemento di visibilità onde non deve sorprendere se talora un osservatore assiduo con mediocri strumenti in preziosi momenti fa più che altri con mezzi giganteschi. — La figura 2ª mostra le stelle già fornite di piccoli pennacchi e le imagini un poco irradiate, però i dischi sono ben formati, e precisi. In questo stato si può misurare quelle che sono distanti oltre $\frac{1''}{2}$ comodamente e con un poco d'attenzione le misure sono eccellenti, e l'aria può anche dirsi ottima. Il solo difetto è che talora i raggi si allungano e raggiungendosi confondono non poco l'imagine delle stelle strette. — La figura terza è quale si ha abbastanza frequentemente nelle serate buone, e si possono misurare le stelle di 2" di distanza assai bene. I raggi che circondano il disco non sono lunghi tanto da confondere le stelle ma se vi si aggiunga una mediocre trepidazione la misura diviene difficile. — La fig. 4ª mostra uno stato di aria alquanto peggiore. Qui una specie di alone o circoletto sfumato distinto dei colori dell'iride circonda la stella quasi come un confuso anello colorato Newtoniano. Questo stato si ha spesso poco

dopo la pioggia e in prossimo annuvolamento; i dischi sono appena distinguibili ad intervalli e le imagini diffuse, onde non si può misurare che al di sopra di 4″. Il circolo iridato spessissimo diviene assai diffuso e mal terminato, nè più somiglia quelli di Newton. — La 5ª figura ha luogo nello stato d'aria cattiva con forte agitazione, e in cui l'imagine non è unica ma molteplice. Essa rassomiglia ad una rosa e le imagini secondarie oscillanti rappresentano i petali; queste imagini sono in continuo movimento, onde non può in tali sere misurarsi affatto con sicurezza nè anche con ingrandimento di 300 volte, e solo possono farsi osservazioni entro 1″ o 2″ di precisione nelle singole puntate. Le piccole stelle vicine alle grandi svaniscono in mezzo alle imagini spurie, e le piccole lontane ancor esse sono difficili a scorgere per la diffusione delle loro imagini.

La fig. 6ª rappresenta lo stato d'aria che chiamo pessima, in cui le stelle maggiori hanno un diametro di circa 6 in 7″. Talora per curiosità ho misurato alcuni di tali dischi nelle stelle grandi come *α* Aquila, *α* Scorpione ec. e le ho trovate fino a 8″ nella parte più viva, ma la luce diffusa si estende attorno ad esse ben più in là e forma un aureola di oltre 20″ oltre un alone grande e diffuso per tutto il campo quale si vede attorno a Venere o a Giove ad occhio nudo nelle serate nebbiose. In una stessa serata nelle varie parti del cielo possono aversi diversi gradi di queste apparenze. Vicinissimo all'orizzonte si ha d'ordinario la fig. 6ª tinta però dei colori dell'iride, e nelle serate belle ed eccezionali si ha presso dell'orizzonte uno spettro tranquillo formato dalla dispersione atmosferica. Siccome poche occasioni si hanno di misurare così basso quindi poco le ho osservate, ma può stabilirsi un canone medio che dallo zenit a 15°, o 20° d'altezza sopra l'orizzonte si passa per tre di questi gradi, onde se abbiasi in alto il n°. 1, avrassi in basso il n°. 3, e se in alto sia il 3 è certo che in basso sarà 6, e non potrà misurarsi che al più ad un 40° di distanza zenittale, e anche solo a stelle di mediocre grandezza, perchè le grandi sono molto diffuse, e le piccole non si vedono.

Tali sono le apparenze delle stelle nel campo del can-

nocchiale secondo lo stato dell'aria atmosferica. Facendo ora un confronto colla scintillazione ordinaria, per quanto questo può istituirsi senza avere una valutazione numerica esatta de' suoi gradi, dirò che la scintillazione è massima nello stato d'aria n°. 5 e che allora si ha un fortissimo saltellare e trepidazione continua d'imagini: se in questo stato si sposti l'oculare del foco, le imagini si veggono separate e formare un curiosissimo giuoco. Tutti sanno che durante la *tramontana* si ha vivissima la scintillazione, onde gl'imperiti di osservazione astronomica stimano quelle *bellissime serate!* Se la tramontana è mediocre e venga nella state, l'aria è trasparentissima e veggonsi le minime stelle, ma se è forte egli è affatto impossibile far nulla, tanto per la diffusione che pel tremito delle imagini, le quali appariscono come girelli di piccoli fuochi artificiali. Una lunga esperienza mi ha provato che quando le stelle hanno le imagini del n°. 1 e 2 non vi è scintillazione sensibile.

Questi confronti fanno vedere che nella scintillazione vi è una moltitudine di imagini che cambiano sito continuamente e che però la luce di queste imagini ora si rinforza ora si sparpaglia tanto da poter fare sparire anche completamente la stella se essa sia piccola. Infatti nelle sere di molto forte tramontana le minime stelle nel grande refrattore non si vedono affatto, e le altre un poco maggiori, per esempio di 9ª e 10ª, sono disperse e diffuse nè sostengono l'illuminazione del campo cui pure sopportano in serate buone. Fenomeni analoghi presentano i satelliti de' pianeti: il disco de' satelliti di Giove è ben netto e preciso nel nostro strumento, ma pure quello del 3ª benchè si veda terminatissimo per la sua forte luce, nelle sere scintillanti và così saltando pel campo del cannocchiale che difficilmente possono riconoscersi le macchie che in esso si trovano, e non si può misurare affatto. — Anche i pianeti mostrano simile apparenza: il vederli che si fa spesso ondulati ai loro orli e in agitazione come in ebullizione, mostra che le imagini si fanno in diversi punti successivamente. Da tutto ciò possiamo concludere che lo spostamento continuo delle imagini durante la scintillazione è fatto certo fuori d'ogni controversia.

Ora le imagini separate che siano hanno meno intensità e sovrapposte hanno più forza; ecco dunque spiegata facilmente la variazione d'intensità che frequentano le stelle nelle circostanze di aria agitata. Bisogna però distinguere la scintillazione dalla diffusione che si ha spesso e specialmente nelle serate sciroccose estive. Questo si osserva anche cogli oggetti terrestri. Più volte nelle operazioni geodesiche della via Appia, mi è riuscito veder Roma dai colli Albani meglio ad occhio nudo, che nel cannocchiale, cui non era possibile di mettere al punto di vista. Abitualmente è difficile nelle ore calde coll'equatoriale vedere gli oggetti lontani, mentre in certe favorevoli circostanze atmosferiche ho potuto vedere l'asta di un parafulmine a 36 miglia di distanza. Laonde tutto considerato pare si debbano distinguere i due casi: 1°. di onde aeree lunghe e forti che deviano grandemente i raggi, e che danno imagini lentamente saltanti; 2° di onde piccole e minute ma in numero prodigiosamente grande che producono una confusione di moltissime imagini vicinissime e succedentisi colla massima rapidità, il che produce una diffusione completa nelle imagini ma con poco moto. All'orizzonte la diffusione è maggiore ed è forse perciò che realmente presso di esso le stelle scintillano meno che a certa altezza (1). Nelle serate belle il primo sintomo del guastarsi l'aria è sentirsi un venticello fresco: nell'inverno questo comincia verso le ore 10 della sera, e nell'estate poco dopo mezza notte ed è allora impossibile continuare le osservazioni delicate. Ma non fa meraviglia che le più leggieri modificazioni dell'atmosfera producano tali effetti, mentre in queste delicate osservazioni lo stato dell'aria ha la sua influenza perfino entro il tubo del cannocchiale. Se da una posizione quasi verticale si passi ad una inclinata di non molti gradi da principio si pena a riconoscer doppia una stella che facilmente si vede tale dopo qualche minuto: ciò evidentemente deriva dalla perturbazione della colonna d'aria entro il tubo, anzi ogni urto dato allo strumento, per un certo tempo confonde le imagini, nè gli oggetti difficili pos-

(1) V. Montigny, luogo cit.

sono riconoscersi che facendo camminare il cannocchiale coll'orologio; il moto dato a mano anche colla vite perpetua non sarebbe sufficiente. Quindi la eccellenza somma degli equatoriali di Monaco sarebbe ben diminuita se loro mancasse l'orologio motore. È inutile il dire del cielo mobile che la sua apertura ha grande influenza; da una lunga esperienza vedo che la nostra apertura di $1^m,50$ circa di larghezza è sufficiente, nè generalmente parlando, si acquista precisione col lasciare aperte le altre sue cinque fenestre durante le osservazioni o prima di esse. Il porre diaframmi all'obiettivo non giova alla precisione che apparentemente, perchè con essi si allargano i dischi e si diminuisce la luce onde per questi si perde quanto già si perderebbe per la diffusione sola.

Dopo costruito il barometrografo a bilancia ho riscontrato un fenomeno singolare, ed è che queste variazioni di visibilità dipendono molto dalla variazione diurna barometrica. Il periodo diurno porta che il barometro comincia a discendere poco prima di mezzodì e poco prima di mezzanotte: ora queste appunto sono le ore critiche delle variazioni dello stato dell'aria: Di giorno vediamo appunto a quell'ora formarsi quà e colà cumuli e veli che poi si dissipano quando ricresce la pressione atmosferica 6 a 7 ore dopo. Di notte per la minore copia di vapore tali nubi non si formano, ma invece l'aria si agita, la visione si guasta, e non ritorna buona che verso il nascere del sole. Le ore migliori di osservazione notate già da Struve tanto prima di noi coincidono precisamente cogli intervalli della maggiore pressione diurna barometrica. Questa connessione di due fatti tanto disparati in apparenza è di somma importanza in meteorologia e per me è un frutto della facilità di osservazione che presenta il nuovo strumento grafico.

Tutte queste particolarità in cui sono entrato ci mostrano quanto sia difficile il far buone osservazioni e quanto rare siano le buone occasioni specialmente nei nostri climi ove la variazione della temperatura dell'aria è somma arrivando essa anche nell'inverno fino a 12°.C, nelle giornate belle, e fino a 18°.C, nella state. Quindi io credo che nei paesi set-

tentrionali per questa parte siano meno disturbate le osservazioni quantunque essi abbiano forse una maggior frequenza di serate coperte. In certe serate nebbiose si ha ottima definizione, anzi nell'inverno una squisita terminazione d'imagini è segno quasi infallibile di un prossimo annuvolamento.

Questi sono i fatti principali da me osservati. Per ciò che spetta la loro spiegazione il sig. Montigny attribuisce questi movimenti alle riflessioni totali dei raggi sulla superficie delle onde aeree. Il sig. Donati ed altri credono sufficienti le refrazioni nei diversi strati d'aria: siccome nessun fenomeno di natura complesso come è questo potrebbe dirsi dipendente da una causa sola, così può ben essere che ambedue queste cagioni vi contribuiscano, e che certi salti più forti che fanno talora le imagini già notati da gran tempo dagli astronomi, si possano ottimamente spiegare nella teorica del sig. Montigny ai quali forse non sarebbe sufficiente la semplice rifrazione diretta.

Per studiare la variazione di colore che è l'altro fenomeno che accompagna la scintillazione delle stelle, una sera collocai avanti l'obiettivo un prisma di acutissimo angolo refringente e guardando Sirio attraverso di esso, vidi lo spettro affatto diviso in due fra l'azzurro ed il verde per mancanza di raggi ossia per una larga riga nera simile alle Fraunhoferione nello spettro solare, e vi notai pure varii allungamenti ed oscillazioni nei colori che confermano quanto altri ha già operato in questa materia. La difficoltà di collocare bene la stella nel piccolo campo del gran cannocchiale dopo messovi il prisma, e il perdimento di tempo che portano tali ricerche, per ora mi hanno costretto a sospenderle; forse in altra occasione a miglior comodo le proseguirò. Rapporto alla osservazione indicata di sopra dal sig. Dufour sulla diversa scintillazione delle stelle colorate trovo assai singolare che Antares scintilla certo non meno vivacemente che le bianche. Tale aspetto è così marcato che salta agli occhi de' più imperiti, ma pare che il fenomeno sia reso più sensibile dalle ecclissi quasi totali che soffre talora la stella, senza dubbio perchè avendo minor diversità di raggi colorati, più fre-

quenti sono le distruzioni reciproche. È singolare che spesso si vede bianca anche quando è in mediocri fulgori benchè il suo colore stabile notissimo sia di rosso ranciato vivacissimo. — Concluderò con riportare una misura dello spettro di Sirio in non molta vicinanza dell'orizzonte. Tempo siderale $3^h, 5^m$, 9 Febbraio 1856. Distanza dal color rosso medio all'azzurro medio = 2"83. Sirio non era tanto basso e si vede da ciò che quando si vuol dare una osservazione buona al meridiano di qualche stella bassa bisogna indicare a qual punto dello spettro si è collimato.

Concludiamo dunque: 1°. che la scintillazione è accompagnata da una moltitudine di refrazioni straordinarie producenti imagini in varii siti. 2°. Che per giudicare di un buono strumento è mestieri aspettar molto per non ingannarsi nel giudizio della sua bontà. 3°. Che nelle indicazioni delle osservazioni sarebbe necessario dare anche lo stato dell'aria, ciò si fa spesso dagli osservatori di stelle doppie, ma sarebbe necessario introdurlo come regola invariabile in tutte le osservazioni, che non dovrebbero mai mancare nè della indicazione dello stato del cielo, nè dell'ingrandimento usato, e dell'apertura dello strumento. 4°. Finalmente si conferma quanto avea già notato il P. Antonelli delle Scuole Pie che un cannocchiale a grande apertura può entrare ormai a far parte degli strumenti di meteorologia, e in questo *caeteris paribus* gli specchi sarebbero più pronti a mostrare i difetti dell'aria perchè possono ricevere molto grandi aperture.



RICERCHE INTORNO ALL'INFLUENZA CHE ESERCITA L'AZOTO ASSIMILABILE DEGL'INGRASSI SULLA PRODUZIONE DELLA MATERIA VEGETALE; DI BOUSSINGAULT.

(Comptes Rendus de l'Académie des Sciences).

Estratto.

L' Autore avendo dimostrato in una memoria letta all'Accademia delle Scienze nella seduta del 19 Novembre 1855, quanto i nitrati siano favorevoli alla vegetazione ed osservati attentamente alcuni nuovi fatti, di cui non si era reso esatto conto, ha voluto dissipare ogni dubbio insortogli coll'esecuzione di altri esperimenti, che hanno avuto per oggetto di riconoscere l'azione del fosfato di calce sulla vegetazione, solo o associato al salnitro.

Egli ha tenuto di mira lo sviluppo dell' *Helianthus argophyllus* all'aria libera, al sicuro della pioggia, in un suolo formato di argilla cotta in frantumi e di sabbia quarzosa. Le materie ed il vaso destinato a contenerle erano sottomesse alla calcinazione dopo averle lavate all'acqua distillata.

Si disposero quindi le tre esperienze *A. B. C.* Nell' esperienza A il suolo era normale senza sostanze accessorie.

Nell'esperienza B si è incorporato al miscuglio di argilla cotta e di sabbia (suolo normale) del fosfato di calce basico, della cenere vegetale e del nitrato di potassa.

Nell'esperienza C il suolo ha ricevuto del fosfato di calce, della cenere vegetale, ed una quantità di bicarbonato di potassa tale, che l'alcali si trovava precisamente eguale a quello contenuto nel nitrato adoperato nell'esperienza B.

Il fosfato di calce si estrasse dalle ossa calcinate facendo uso, riguardo alla presenza della magnesia, di agenti puri. Malgrado tale cautela, il fosfato precipitato per mezzo della potassa, non si è potuto ottenere spoglio affatto di azoto: 2gr,445 del sale basico ne contenevano 0gr,00022 allo stato di fosfato di magnesia ed ammoniaca. Il fosfato si è introdotto nel

suolo sotto forma gelatinosa quale si raccoglie sopra il filtro, dopo averlo lavato.

Il bicarbonato di potassa si è preparato con carbonato di una estrema purezza.

Le ceneri vegetali provenienti dalla combustione del fieno di praterie, erano ricche in silice, bianche, e senza tracce di cianuri.

L'acqua d'irrigamento esente di ammoniaca conteneva circa il quarto del suo volume di gas acido carbonico.

I vasi pesavano.	600	grammi.
I mattoni frantumati	400	»
La sabbia quarzosa	1026	»
Materie terrose di ciascuna esperienza	2026	

Quadro de' particolari constatati nelle tre suindicate esperienze.

INDICAZIONE delle SPERIENZE e DEL SUOLO adoperato	PESO DELLA RACCOLTA disseccata (presa la semenza eguale a 1)	MATERIA vegetale elaborata	ACIDO CARBONICO decompos°. dalle piante in 24 ore	GUADAGNO fatto dalle piante in 86 giorni di vegetazione	
				CARBONIO	AZOTO
(A) Suolo normale.	3,6	0gr,285	2,45	0,114	0,0023
(B) Suolo con fosfato, ceneri, e nitro.	198,3	21,111	182,60	8,444	0,1666
(C) Suolo con fosfato, ceneri, bicarbonato di potassa	4,6	0,391	3,42	0,156	0,0027

Da qui apparisce in modo evidente l'influenza dell'ingrasso azotato sullo sviluppo dell'organismo vegetale.

Gli elianti, ove il suolo aveva ricevuto del nitro e del fo-

sfato, sono arrivati al loro massimo accrescimento quale l'avrebbero avuto germogliando in una buona terra: essi hanno assimilato $8^{gr},44$ di carbonio. Semi che contenevano 0,019 di albumina, hanno prodotto per l'effetto del salnitro, piante, nelle quali se ne trovava più di un grammo.

Sopra un terreno sprovvisto d'ogni materia azotata assimilabile, intervenendo o no il fosfato di calce, od i sali alcalini, gli elianti non hanno sorpassato l'altezza di 14 centimetri.

Agendo sull'acido carbonico sparso nell'aria o sciolto nell'acqua essi non hanno assorbito che 0,2 di carbonio, ed i principii azotati dell'atmosfera concorsi in tali circostanze non hanno loro apportato neanco 3 milligrammi di azoto. Questi ultimi risultamenti provano che per concorrere attivamente alla produzione dei vegetali, il fosfato di calce basico od i sali alcalini devono trovarsi associati ad una sostanza capace di somministrare dell'azoto assimilabile. Il concime, l'ingrasso per eccellenza, offre appunto questa specie di associazione.

Negli esperimenti, ove non ha luogo il salnitro, i 2 o 3 milligrammi di azoto assimilati dalle piante in tre mesi di vegetazione, provengono assai probabilmente dai vapori ammoniacali, dai composti nitrosi che esistono e si formano nell'atmosfera. L'Autore è riuscito a scoprirne la presenza nell'aria per mezzo di appositi e ingegnosi apparecchi.

L'apparecchio che consisteva a far passare dell'aria in una serie di tubi coll'ajuto di un aspiratore, ha funzionato dal 7 Luglio sino al 7 Ottobre del 1856.

Boussingault non si è dato pensiero di far passare l'aria a traverso la pomice solforica per ritenere i vapori ammoniacali giacchè il suo scopo era di constatare semplicemente la presenza o l'assenza dei nitrati in una materia terrosa, porosa di sua natura, impregnata di carbonato di potassa, e sottomessa ad una corrente di aria. Che che ne sia la causa, si è avuto non dubbia manifestazione di nitrati. Si è detto manifestazione e non produzione, giacchè l'esperienza come fu instituita, non dimostra altra cosa. Difatti se è possibile che l'ammoniaca dell'aria, che non si era eliminata, sia stata nitrificata in contatto della potassa associata al corpo poroso per via dell'ossigeno ozonizzato, non è inverosimile dall'altro lato, che i ni-

trati siano stati trasportati là dal polviscolo, che seco l'atmosfera continuamente trascina. Il sal nitro trovasi dappertutto alla superficie del globo: le particelle più tenui della terra vegetale, che il vento trasporta, ne sono provviste, e l'aria aspirata nell'apparecchio, ha potuto depositarne sul mattone inumidito dei primi tubi. L'Autore fa osservare che anche quando si fosse fissata l'ammoniaca dirigendo l'aria sulla pomice solforica, non si sarebbe impedito per questo mezzo l'intervenzione dei nitrati poichè l'acido solforico si sarebbe limitato a ritenere le loro basi, e l'acido nitrico divenuto libero o trasformato in composti nitrosi sarebbe stato trascinato dalla corrente e ritenuto dalla potassa. « Comunque sia, (sono le stesse parole dell'Autore) considerando unicamente il fatto della « manifestazione del nitro dove non vi era prima e del passaggio dell'aria, si riconosceva che siffatta sperienza eseguita al « di sopra delle zolle (gazon) nelle vicinanze di un vigneto, « nei confini di una vasta foresta conduce a un risultato interamente conforme a quello ottenuto molto anteriormente dal « sig. De Luca in circostanze analoghe relativamente all'abbondanza della vegetazione, poichè quest'abile osservatore ha trovato, che si forma dell'acido nitrico facendo passare in una « soluzione di potassa dell'aria spoglia di ammoniaca, esente da polviscoli, e presa in una stufa (serre), dove vegeta « un gran numero di piante d'ogni natura ».

Constatazione dell'azoto portato dall'atmosfera.

Vicino alle piante in esperimento si è posto un vaso cilindrico di cristallo avente presso a poco le dimensioni dei vasi. Vi si sono introdotti 500 gr. di sabbia lavata e calcinata, che si è mescolata a 10 gr. di acido ossalico, il quale per quanto poco si giudicasse, conteneva ancora 0gr,0011 di azoto, quantità di cui si è tenuto esattissimo conto. Il miscuglio mantenuto umido si è lasciato esposto all'aria. In tempo di pioggia e nella notte si teneva coperto il vaso con una campana di vetro per evitare la formazione della rugiada. Dopo 30 giorni la sabbia aveva guadagnato 0gr,0013 di azoto. Non si ha qui che un semplice schiarimento perchè tutto porta a credere che la

quantità de' principii azotati che un suolo umido riceve dall'atmosfera dipende simultaneamente dall'estensione della superficie esposta, dalla durata dell'esposizione e dalla località: località, di cui bisogna tener conto atteso che l'aria non è sempre pura.

Le impurità della pioggia accusano meglio delle analisi più precise il grado d'impurità dell'atmosfera. È per questo che le acque meteoriche raccolte a Parigi e a Lione sono relativamente più ricche di ammoniaca, di nitrati, di materie organiche, di quello che lo siano la pioggia, la neve, la nebbia, e la rugiada che cadono a gran distanza dai grandi centri di popolazione.

Influenza dell' azoto assimilabile sullo sviluppo dell' organismo vegetale.

Stabilito per l'esperienza che il fosfato di calce, i sali alcalini introdotti nel suolo senza il concorso di un ingrasso azotato non contribuiscono menomamente allo sviluppo dell'organismo « ma che al contrario il fosfato e il salnitro uniti assie-
« me agiscono coll'energia del concime, si può conchiudere che
« l'accrescimento di una pianta è subordinata all'assorbimento
« di una sostanza azotata assimilabile, di cui non si possono
« forse valutare gli effetti, ed è ciò che l'Autore ha tentato di
« verificare. A tale intento si sono introdotti nella sabbia cal-
« cinata priva di fosfati e sali alcalini, differenti proporzioni di
« nitrato di soda, o se si vuole, diverse dosi di azoto assimila-
« bile ».

Il suolo calcinato e concimato col fosfato si è distribuito in quattro vasi sprovvisti affatto di qualsiasi materia organica. In ciascuno dei vasi si è piantato un seme di elianto del peso di $0^{gr},100$. La vegetazione ha durato 58 giorni. L'acqua d'irrigazione esente di ammoniaca conteneva circa il quarto del suo volume d'acido carbonico. Le piante crebbero in piena aria, al coperto della pioggia e della rugiada.

Nella tavola sottostante vengono indicati brevemente i resultati numerici delle instituite esperienze.

ESPERIENZE *eseguite*	AZOTO contenuto NEI SEMI che pesavano 0gr,11	AZOTO introdotto per mezzo del NITRATO	MATERIA ORGANICA formatasi in 50 giorni di vegetaz.	CARBONE contenuto nella MATERIA ORGANICA	ACIDO CARBONICO decomposto in 24 ore in media
	gr.	gr.	gr.	gr.	cent. cub.
N°. 1	0,0033	0,0000	0,397	0,159	5,3
N°. 2	0,0033	0,0033	0,720	0,288	10,6
N°. 3	0,0033	0,0066	1,130	0,450	17,2
N°. 4	0,0033	0,0264	3,280	1,312	40,5

Ne segue dall'assieme di queste ricerche :

1°. Che il fosfato, i sali alcalini indispensabili alla constituzione delle piante, non esercitano alcuna azione sulla vegetazione se non quando si trovano uniti a materie capaci di fornire dell'azoto assimilabile.

2°. Che le materie azotate assimilabili, che sono nell'atmosfera intervengono in minima proporzione per determinare in mancanza di un ingrasso azotato, un' abbondante e rapida produzione vegetale.

3°. Che il nitro associato al fosfato di calce, e al silicato di potassa, agisce come un ingrasso completo, giacchè gli elianti sviluppati sotto l'influenza di un simile miscuglio potevano paragonarsi in vigore e in dimensione a quelli raccolti sopra il terrazzo di un giardino molto bene concimato.

È degno di osservazione in fine, aggiunge l'Autore, il vedere una pianta percorrere tutte le fasi della vita vegetale, germogliare, maturare, ed arrivare in una parola al suo sviluppo normale allorchè le sue radici crescono in una sabbia calcinata la quale contiene invece di avanzi organici in putrefazione dei sali estremamente puri, di una composizione perfettamente definita, come il nitrato di potassa, il fosfato basi-

co di calce, i silicati alcalini: e constatare che per mezzo di questi ausiliarii somministrati interamente dal regno minerale, questa pianta aumenta progressivamente fissando il carbonio dell'acido carbonico, gli elementi dell'acqua, ed elaborando col radicale dell'acido nitrico, l'albumina e la caseina, vale a dire i principii azotati del latte, del sangue, e della carne muscolare.

29 Giugno 1857.

G. Ubaldini.

METALLI DEL PLATINO E LORO TRATTAMENTO PER VIA SECCA;
H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE e H. DEBRAY.

(*Comptes Rendus*, XLIV, 1101).

Traduzione.

Il trattamento della miniera di platino, diretto a ritrarre da questa i metalli utili e a farne l'assaggio docimastico è stato da noi tentato con metodi nuovi, fondati sull'uso esclusivo dei reattivi della via secca e di temperature tanto elevate da fondere materie così refrattarie. Avanti di dare i processi in dettaglio, è utile di far conoscere le proprietà che questi metalli offrono nelle circostanze fisiche e chimiche in mezzo alle quali da noi sono stati posti. Tutti i corpi semplici della miniera di platino hanno una fisonomia comune, tuttavia fra loro se ne incontrano che posseggono delle analogie intime coi corpi più dissimili della chimica, dall'osmio, che è un metalloide, fino al rodio, che è un metallo più nobile dell'oro. Il loro carattere comune sta nella tendenza marcata a ritornare allo stato metallico sotto le più deboli influenze, ossia nella facile separazione degli elementi delle loro combinazioni.

Platino — Dopo il palladio è il metallo più fusibile del gruppo; una volta fuso si volatilizza sensibilmente, e al momento della solidificazione *fa roccia* al pari dell'argento. È dunque probabile che a temperatura elevatissima si formi un ossido di platino che si distrugge quando il metallo si raffredda. Questa teoria del fenomeno che appellasi far roccia è giustificata da una esperienza che abbiamo fatta portando l'argento a una temperatura molto superiore a quella che è necessaria alla sua vaporizzazione. L'argento si ossida, fuma come un bagno di piombo, e condensando bruscamente questi vapori si vede che sono costituiti da ossido d'argento giallo che forma un intonaco un poco più chiaro di quello di piombo. Perchè quest'esperienza riesca concludente bisogna che l'argento sia perfettamente puro. Proust aveva già notato che l'argento si ossidava al cannello.

Perchè il platino faccia roccia bisogna mantenere in fusione nella calce per molto tempo una massa di 500 a 600 grammi almeno di metallo, e scoprire bruscamente il bagno metallico. Se invece si lascia raffreddare lentamente il platino non fa roccia.

La fusione del platino nella calce lo raffina con una perfezione estrema, e dà un metallo dolce quanto il rame puro, come è stato verificato alla zecca di Parigi. Il metallo è più bianco del platino ordinario, ed allora è adatto alla fabbricazione del plaqué, avendo perduta ogni porosità. Nulladimeno ha sempre la proprietà di condensare i gas alla superficie e di produrre i fenomeni della lampada senza fiamma; la sua densità è di 21,15.

Palladio — Anco il palladio può far roccia, e con più facilità del platino. Peraltro, siccome l'ossigeno non si sviluppa che al momento in cui lo strato superiore del metallo è solidificato, la massa resultante è cavernosa, benchè la sua superficie sia perfettamente regolare. Il palladio, vicinissimo all'argento, è forse più ossidabile di esso, essendo la sua superficie sempre offuscata da un leggiero strato di ossido. Si volatilizza a un'altissima temperatura producendo dei fumi verdastri che si condensano in una polvere di colore bistro, costituita da un miscuglio di metallo e del suo ossido. Al pari

dell'argento si scioglie nell'acido jodidrico con sviluppo d'idrogeno, come a somiglianza del platino e in generale dei metalli del platino (salvo forse il rutenio che non abbiamo potuto studiare sotto questo punto di vista), il palladio può produrre i fenomeni della lampada senza fiamma, usando certe precauzioni che sono indicate nella nostra Memoria.

Osmio – Questa sostanza è infusibile sotto la pressione ordinaria, come l'arsenico al quale rassomiglia tanto. Ma a una temperatura elevatissima si volatilizza rapidamente senza ossidarsi e senza lasciare residuo allorquando è puro.

La temperatura alla quale l'osmio sparisce non è meno elevata di quella sotto la quale il platino stesso emette vapori. Si sa che l'acido osmico entra in ebollizione verso 100 gradi. Questa singolare proprietà ci ha permesso di determinare la densità del suo vapore.

L'esperienza che abbiamo tentato due volte alle temperature di 246° e 286° gradi, cioè ben superiori a quella del punto d'ebollizione della materia e notabilmente diverse fra loro, ci ha dato due numeri presso a poco identici, 8,89 e 8,87. Se ne è dedotto che l'equivalente dell'acido corrisponde a 2 volumi di vapore. Questi numeri indicano inoltre che probabilmente bisogna far subire all'equivalente dell'osmio una leggiera correzione che lo renderebbe eguale all'equivalente del platino. In questa operazione la quantità d'osmio ridotta è insensibile, e si può contare sull'esattezza della cifra che si ottiene impiegando il processo di Dumas. Una particolarità rimarchevole si osserva al momento in cui si apre il pallone sul mercurio. Al contatto dell'acido osmico il mercurio acquista la proprietà di aderire al vetro, e il pallone si trova metallizzato con una singolare perfezione dall'osmio ridotto dal mercurio o da un'amalgama.

L'acido osmico che ha servito alle nostre esperienze era purissimo; l'avevamo preparato col processo di Berzelius, vale a dire colla tostazione dell'osmio in una corrente d'ossigeno, operazione che fornisce facilmente delle quantità considerevoli d'un acido ineccezionabile.

Rodio – Il rodio si fonde meno facilmente del platino, al segno che lo stesso fuoco, che permette di portare allo sta-

to liquido 300 grammi di platino, non fonde nello stesso tempo che 40 a 50 grammi di rodio. Noi non abbiamo osservato alcuno indizio di volatilità in questo metallo, ma si ossida superficialissimamente come il palladio e fa roccia nella stessa maniera di esso. La superficie della massa metallica è sovente turchiniccia. Quando il rodio è stato convenientemente raffinato e sbarazzato dal silicio e dall'osmio colla tostatura a contatto della calce sulla quale si fonde, presenta allora delle proprietà fisiche rimarchevolissime. Secondo le osservazioni di Chapuis è meno bianco e meno splendente dell'argento, ma duttile e malleabile quanto questo.

Lo stesso Chapuis, fabbricatore di platino ben noto all'Accademia, ci ha mostrato una lega di platino e di rodio al 30 per 100 di questo metallo, fabbricata nella officina di Desmontis e Chapuis, e che noi abbiamo fuso molto più facilmente del rodio. Questa lega, dopo fusa e raffinata, si lavora perfettamente e fornisce dei vasi di chimica che posseggono la preziosa proprietà di essere inattaccabili dall'acqua regia, perciò possono rendere grandi servigi all'analisi chimica.

Iridio — L'iridio è il più refrattario di tutti i metalli del platino; si fondono appena 10 grammi d'iridio nel tempo necessario a rendere perfettamente liquidi 100 o 150 grammi di platino; dopo la fusione e il raffinamento l'iridio è sempre fragile, benchè si possa appianare un poco sotto il martello. Non dà alcun segno di volatilità. Infine ha la proprietà di condensare i gas alla sua superficie e di poter servire all'esperienza della lampada senza fiamma.

Rutenio — Non staremo a dire delle nostre esperienze su questo metallo che non abbiamo ancora potuto ottenere a un grado di purezza sufficiente. Sembra peraltro che sotto l'influenza di sì alte temperature ed a contatto della calce, il rutenio sparisca producendo una scoria cristallina, e lasciando una massa pesantissima, la cui densità è almeno 17, estremamente refrattaria e che sembra contenere molto iridio. Termineremo ringraziando Desmontis e Chapuis della generosità colla quale hanno messo a nostra disposizione una gran quantità di platino purissimo e dei metalli ancora sì rari, che essi hanno preparato colla maggior cura.

In una prossima comunicazione esporremo i metodi per via secca coi quali abbiamo trattato il platino, l'osmio, e l'iridio per estrarre i metalli sì allo stato di purezza, come a quello di lega. In fatti noi possiamo preparare una lega la quale oltre il platino contenga il rodio e l'iridio della miniera e che presenti, dopo la fusione, una perfetta duttilità e malleabilità, congiunte a una grande rigidità. Quest'ultima proprietà, molto preziosa in certi casi, caratterizza il platino di Janetty, preparato col mezzo dell'arsenico e con un processo al dì d' oggi abbandonato.



RICERCHE SULLA NATURA DEL CRISTALLINO NELLA SERIE DEGLI ANIMALI; A. VALANCIENNES E E. FREMY.

(*Comptes Rendus* XLIV, 1122).

Estratto.

Gli Autori hanno preso a studiare fisicamente e chimicamente il cristallino dell'occhio di varii animali vertebrati, sì aerei che acquatici, non meno che quelli di varii molluschi. In tutte queste categorie di esseri hanno esaminato separatamente le tre sostanze che costituiscono il cristallino, cioè le fibre, gli strati corticali e il nocciolo; il resultato delle non poche ricerche di cui si compone il lavoro in discorso viene riassunto dagli Autori stessi nelle conclusioni che appresso:

1°. Il cristallino di un mammifero è formato di fibre insolubili nell'acqua, riunite al centro, da una sostanza albuminosa coagulabile verso 65° gradi e capace di diventare trasparente e di color d'ambra per l'azione prolungata dell'alcole, e all'esterno, da una materia albuminoide non coagulabile coll'ebollizione quando si trova sciolta nell'acqua, in-

capace di diventare blù sotto l'azione dell'acido cloridrico, e che noi chiamiamo *metalbumina*.

2°. Queste due sostanze distinte anatomicamente e costituenti due parti diverse del cristallino d'un mammifero devono essere distinte con un nome speciale; noi proponiamo per la porzione centrale il nome di *Endofacina*, e per gli strati esterni quello di *Esofacina*. Le differenze che si osservano nella densità, durezza ec. di queste due parti del cristallino stabiliscono un'analogia rimarchevole fra il detto cristallino e una lente acromatica.

3°. Il cristallino degli uccelli, dei rettili e dei batraci differisce poco da quello dei mammiferi.

4°. Il cristallino dei pesci è formato egualmente di due parti distinte; una corticale, l'esofacina, è composta di metalbumina, e l'altra, il nocciolo, è formata da una sostanza albuminoide solida e insolubile nell'acqua che noi chiamiamo *faconina*.

5°. Le fibre del cristallino dei mammiferi, riunite dall'albumina o dalla metalbumina per formare l'endofacina o l'esofacina del cristallino, hanno molta analogia colla faconina dei pesci.

Alterazione morbida del cristallino — Gli studi che abbiamo fatto sul cristallino di diversi animali ci permettevano di determinare le alterazioni che queste lenti organiche provano allorquando al seguito d'una malattia, come la cateratta, perdono la loro trasparenza. Le nostre ricerche sono state dirette principalmente sul cristallino del cavallo, che sovente è affetto da questa malattia.

Abbiamo riconosciuto che in questo caso il cristallino ha provato una modificazione che richiama fino a un certo punto quella che si verifica in un cristallino esposto all'azione dell'alcole o a quella dell'acqua bollente.

L'albumina e la metalbumina che costituiscono il cristallino sano d'un cavallo sono divenute per l'effetto della malattia insolubili nell'acqua ed hanno formato delle membrane leggiermente opache, che si possono separare facilmente le une dalle altre.

Questa modificazione non è dovuta, come si è detto, al

fosfato di calce che avrebbe modificato le proprietà dell'albumina; ma sottoponendo queste membrane all'analisi abbiamo riconosciuto che esse non lasciano maggior quantità di ceneri dell'albumina ordinaria.



RICERCHE SULL'ACIDO PIROGALLICO; ANTON ROSING.

(*Comptes Rendus*, XLIV. 1149).

Estratto.

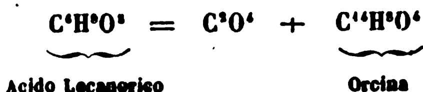
L'Autore ha sottoposto l'acido pirogallico all'azione di varii agenti chimici, i resultati dei quali ora hanno meglio confermato le proprietà che intorno al medesimo si conoscevano, ed ora ne hanno palesate delle nuove, somministrando sopratutto nuovi prodotti di metamorfosi; fra questi ultimi quello che meglio di tutti è stato studiato si è un prodotto bromato della formula $C^{12}{}^{H^3}_{Br^3}O^6$, che si ottiene versando del bromo anidro sull'acido pirogallico secco, e scacciando quindi l'eccesso del bromo; la materia in questa guisa ottenuta è giallastra, pesante, insolubile nell'acqua solubile nell'etere e nell'alcole; da quest'ultimo liquido, coll'evaporazione spontanea, si può avere il prodotto bromato in grandi prismi romboidali obliqui di un bruno chiaro. La soluzione del prodotto bromato prende col solfato di protossido di ferro una ricchissima tinta blù che si può paragonare al blù di Sassonia o all'ossido di rame ammoniacale. La sensibilità di questo reattivo è sì grande che tale sostanza potrebbe rimpiazzare il ferricianuro di potassio per costatare la presenza del protossido di ferro. Il liquore blù può rimanere per lunghissimo tempo a contatto dell'aria senza provare alterazione, ma alla fine il suo colore diviene nero e si deposita una massa viscosa che contiene delle lamine cri-

stalline insolubili nell'acqua fredda ma solubili nell'alcole.

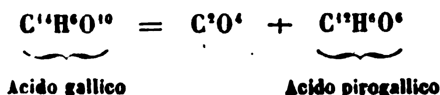
Molti tentativi di eterificazione coll'acido pirogallico hanno dato fin quì resultati negativi.

Dall'insieine delle ricerche istituite, l'A. crede poter dedurre come conclusione generale che l'acido pirogallico non è un vero acido; fra tutti i corpi conosciuti quello a cui si avvicina di più si è l'orcina; divide con questa la sua rapida alterabilità sotto l'influenza dell'aria e delle basi; come lei assorbe il gas ammoniaco secco, ma lo perde in seguito nel vuoto; e del pari dà coll'ammoniaca umida, sotto l'influenza dell'aria, nn composto azotato neutro, ec.

Questa comparazione può essere spinta fino al suo modo di generazione, poichè:



$$\underbrace{C^{6}H^{8}O^{8}}_{\text{Acido Lecanorico}} = C^{2}O^{4} + \underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Orcina}}$$



$$\underbrace{C^{14}H^{6}O^{10}}_{\text{Acido gallico}} = C^{2}O^{4} + \underbrace{C^{12}H^{6}O^{6}}_{\text{Acido pirogallico}}$$

Perciò secondo l'A. sarebbe convenevole rimpiazzare la parola acido gallico con quella di *pirogallina* o semplicemente *gallina*. In questo caso il prodotto bruno azotato che nasce dall'azione simultanea dell'ammoniaca e dell'aria si potrebbe chiamare *pirogalleina* o *galleina*, per analogia con orceina.

Fa osservare infine l'A. che l'acido pirogallico presenta al tempo stesso dei caratteri analoghi a quelli di alcuni acidi pirogenati, come sarebbero gli acidi piromuonico, pirurico, comerico, itaconico coi quali avrebbe a comune il modo di produzione e alcune proprietà, fra le quali quella di colorare in rosso i sali ferrici.



SULLA TORSIONE; MEMORIA DI M. G. WERTHEIM.

(*Annales de Chimie et de Physique 3.e série*; L, 195).

Estratto.

Le leggi della torsione presentano molto interesse, e per verificare le ipotesi fondamentali della teoria dell'elasticità, e per il vantaggio che la loro cognizione può recare nelle applicazioni; e forse fino al presente non è stato possibile a molti dotti dedurle appropriate ai diversi casi particolari dalle sole teorie per mancanza di dati sperimentali che stabiliscano le ipotesi fondamentali del calcolo. Coulomb, e Biot hanno fondato i principali elementi di calcolo, e il primo di questi ha dato dei fatti di appoggio ad esso, ma non potè la dottrina della torsione progredire finchè non furono determinate le equazioni generali dell'elasticità. E le dottrine sulla torsione vennero fondate sulle ipotesi:

1°. Che gli angoli di torsione siano piccoli, temporari, e proporzionali alle lunghezze dei pezzi torti, come anche proporzionali ai momenti delle forze applicate.

2°. Che il corpo torto non subisce alcun cangiamento di volume per effetto della torsione.

3°. Che le dimensioni trasversali del corpo sieno piccolissime in confronto della sua lunghezza.

La seconda di queste ipotesi è stata anche abbandonata dai sigg. Heim e Segnitz, pure nè i loro lavori sperimentali, nè quelli di Savart, o di altri fisici han risolute le questioni.

L'apparato posto in uso dall'Autore si compone di un banco, parallelamente al quale il prisma che vuole sottoporsi alla torsione vien sostenuto da due appoggi; uno dei quali sta all'estremo fisso e regge questo in un solidissimo astuccio immobile, l'altro rimane all'altro estremo, e porta un'astuccio egualmente solido ma girevole in un'asse sul quale è una ruota, che vien fatta girare da una coppia di forze per produrre la torsione. La ruota retta dai cuscini

del proprio asse impedisce che si avvicinino i due estremi del pezzo sottoposto all'esperienza quando sieno ben fissati nei due astucci, e non produce attrito sull'asse perchè è sollecitata a girare da una coppia di forze se non che dipendentemente dal proprio peso. Essa con una divisione misura gli angoli di torsione, ed altro indice accenna ogni scorrimento degli estremi che fosse avvenuto durante l'esperienza negli astucci. Con tal disposizione l'Autore si propone principalmente di cercare:

1°. Se è vero per qualunque grandezza di torsione la legge di proporzionalità tra gli angoli di torsione e i momenti della coppia di forze, o tra gli angoli e la lunghezza del pezzo.

2°. Quale è il rapporto tra l'angolo di torsione temporaria e quella permanente.

3°. La torsione temporaria è accompagnata da variazione di volume? e qual rapporto esiste con tal variazione e le forze applicate, o le dimensioni del corpo.

4°. Come si accordano le formule trovate dai geometri con le osservazioni.

5°. Se i resultati sono conformi al valore numerico delle costanti che sono state adottate, ovvero richiedono altro valore.

Le esperienze sono state eseguite sovra 65 pezzi, tutti senza saldature, e ben calibrati alcuni in forma di cilindro pieno, o di prisma di rame, di ottone, di ferro, di acciaio, di vetro, e di legno, ed altri vuoti delle stesse sostanze, e di differenti dimensioni fra loro. Nelle tavole sono notate le medie dei valori poco differenti fra di loro, ottenuti con la torsione *dextrorsum* e *sinistrorsum*. Il cangiamento di volume è stato misurato con i pezzi vuoti riempiendoli di liquido, e munendoli di tubi di vetro masticiati ad un estremo a sottil diametro, sporgenti in fuori ove notavasi la variazione nel livello del liquido.

A resultati di poco interesse han portato le esperienze eseguite sugli effetti ottici prodotti dalla torsione, e cagione ne sono state le difficoltà che si paravano innanzi nella esecuzione delle esperienze, e forse l'avere tentato l'Autore l'e-

sperienza in prismi troppo lunghi esposti alla luce polarizzata trasmessa per la loro lunghezza. Egli però ci avverte che fenomeni più istruttivi potrà darci sebbene estranei al soggetto ottenuti coll'uso della luce polarizzata circolarmente. Contuttociò è da sperarsi che non vorrà abbandonare questa via di ricerche, la quale può meglio che ogni altra dilucidare la questione delle compressioni o espansioni cagionate dalla torsione.

Distinto con ψ_1 l'angolo puramente temporario di torsione, e con θ quello che persiste anche tolta la coppia delle forze, dice l'Autore che non può assegnarsi un rapporto fisso tra questi due angoli; l'angolo permanente aumenta con la lunghezza del pezzo e con i momenti delle coppie sulle prime lentissimamente, e in seguito con rapidità sempre crescente fino a che il pezzo si rompe, o fila sfibrandosi; e allora non può più determinarsi il vero valore dell'angolo. L'angolo temporario medio è rappresentato con $\frac{\psi_1}{p'}$ il quale dovrebbe essere costante per una determinata lunghezza del solido, se tali angoli fossero proporzionali ai momenti p delle coppie applicate. Ora ritrovasi che aumenta fino alla rottura: e prendendo per ascisse i pesi che costituiscono le coppie, e per ordinate gli angoli temporari corrispondenti si ottiene una curva che volge la convessità all'asse delle ascisse e differisce poco dalla linea retta per i corpi rigidi, e per i cedevoli non solo si confonde con la retta ma si trasforma in una curva che ha la concavità volta all'asse delle ascisse. L'autore attribuisce l'accrescimento graduale di quest'angolo alla trazione che ha luogo insieme colla torsione, e allo scemarsi delle sezioni del corpo nel torcersi. Non ci rileva nessuna regola per ottenere almeno con approssimazione questo accrescimento, e solo dice che tutte le medie corrispondenti han subito nello stesso modo un continuo accrescimento, e perciò devono corrispondere fra loro. Quindi ridotto l'angolo per i corpi di differente lunghezza al peso unitario di un kilogrammo, e un metro di lunghezza col dividere ψ_1 per p_1 e per la lunghezza L ha dato egli per qualsivoglia torsione nella seguente tavola, che riportiamo com-

pendiata, una norma dell'accrescimento che riceve l'angolo di torsione allo scemare della lunghezza, e così ha provato che gli angoli medj non sono rigorosamente proporzionali alle lunghezze.

SOSTANZE	FIGURA della sezione	ANGOLO ψ OTTENUTO DALLE ESPERIENZE *sopra solidi lunghi*		
		1^m	$0^m,5$	$0^m,25$
Ferro	Cerchio	0°,17'.44",8	0°.17'.59",2	0°.18'. 1",4
Acciajo fuso.	id.	1. 49. 40, 9	1, 51. 43,0	1. 52. 16,4
Ottone	id.	3. 51. 0, 4	3. 53. 23,6	3. 57. 54,0
Acciajo fuso.	Ellisse	2. 6. 15, 2	2. 11. 55,6	2. 14. 55,4
Vetro	Rettangolo	1. 11. 49, 4	1. 10. 58, 5	,,
Quercia.	id.	109. 14. 57, 0	115. 53. 57, 7	119. 43, 41,5
Abete.	id.	199. 57. 24, 8	193. 1. 32, 9	204. 49. 50,7

È da notarsi che anche questa legge sfugge forse a quella che viene stabilita in teoria per essere non osservata la condizione dei lati della sezione traversa piccolissimi a confronto dalla lunghezza. Onde ambedue le eccezioni alle note leggi non le escludono, ma ne determinano i limiti.

Interessante maggiormente può sembrare la questione della diminuzione che accade nella cavità interna di tutti i corpi omogenei vuoti che sono sottoposti alla torsione. Nel considerarla sopra i cilindri a base circolare, dopo avere l'autore ritrovato in generale che tal diminuzione è proporzionale alla lunghezza l_1 del corpo, e al quadrato dell'angolo di torsione riportato all'unità di lunghezza cioè:

$$\alpha^2 = \left(\frac{\psi_1}{p}\right)^2$$

determina che è pure proporzionale nel caso del cilindro al fattore πr_1^4 cioè alla quarta potenza del raggio onde si ha la variazione di volume

$$\delta u = -\pi r_1^4 \alpha^2 l$$

ed essendo $\pi r_1^2 l_1 = u$ il volume vuoto interno primitivo ottenghiamo

$$\frac{\delta u}{u} = -r_1^2 \alpha^2.$$

Disgraziatamente non riporta che sole tre esperienze, e nel calcolo di queste è anche corso qualche sbaglio, il quale corretto saremmo indotti a credere che solo la prima e la terza esperienza obbedissero alla notata legge. Ritiene anche l'Autore che la stessa diminuzione ottenuta nei cilindri vuoti si avrebbe in egual volume nei cilindri pieni onde coerentemente all'ultima equazione esprime la legge che la contrazione per ogni unità di volume è uguale al prodotto dei quadrati del raggio del cilindro e dell'angolo di torsione, la quale però converrebbe che fosse confermata con una serie più estesa di esperienze. Fa poi l'Autore alcune deduzioni da questa legge circa alla deformazione che prende nelle successive sezioni il cilindro sottoposto alla torsione, e circa la sua densità, sulla quale conclude: che in un cilindro torto la densità va crescendo dal centro alla circonferenza proporzionalmente al quadrato della distanza.

La questione della variazione di volume viene continuata colla esperienza sopra i prismi rettangolari vuoti, e trovata confermata la proporzione tra il quadrato dell'angolo di torsione e la mutazione di volume, prende a calcolare questa con la formula seguente, ove $a,b,$ rappresentano i due mezzi lati della sezione rettangolare interna

$$\delta u = -\frac{(a^2_1 + b^2_1)^4}{4\,(a_1 b_1)^2}\, a_1 b_1 l_1 \alpha^2 = \frac{-\pi^2}{180^2}\, \frac{(a^2_1)^4 + b^2_1}{16.a_1 b_1}\, \frac{\psi^2}{l_1}$$

la quale farebbe la variazione di volume proporzionale alla quarta potenza della semidiagonale divisa per il quadrato dell'area della sezione, pure tal formula non corrispondendo con i resultati sperimentali poco può apprezzarsi, e solo l'A. deduce che anche l'esperienza mostra un accrescimento rapido nella diminuzione di volume al rendersi più differenti fra loro le due dimensioni della cavità interna.

Prosegue l' Autore con alcune esperienze che stabiliscono la relazione tra la resistenza specifica G alla torsione, e il coefficiente E di elasticità, e ritenuto che $\frac{16}{5}$ G = 2E trova per i cilindri solidi

$$\psi = \frac{16}{3} \cdot \frac{180}{\pi^2} \cdot \frac{pR'}{E} \cdot \frac{l}{r^4}$$

e per quelli vuoti

$$\psi = \frac{16}{3} \cdot \frac{180}{\pi^2} \cdot \frac{pR'}{E} \cdot \frac{l}{r^4 - r_1^4}$$

con le quali formule fatto $p = 1$; $R' = 247,5$; $l = 1000$ calcola l' angolo medio che confrontasi con quello delle sue esperienze, ed ottiene concordi i valori sperimentali e quelli calcolati, come vedesi nella seguente tavola che contiene alcuni di quei resultati.

SOSTANZE	RAGGIO *esterno* r	RAGGIO *interno* r'	COEFFICIENTE *di elasticità ottenuto coll' allungamento* E	ANGOLO MEDIO *di torsione* ψ	
				calcolato	*trovato*
Ferro	8,220	0	17805	0°,17'.46",1	0°.17',52",1
Acciajo fuso inglese . .	5,055	0	19542	1. 53. 12, 0	1. 51. 13,4
Vetro ordin.	3,535	0	6200	24. 51. 56, 0	24. 15. 54,7
Ottone . . .	5,031	0	9395	3. 59. 59, 1	3. 54. 6,0
idem . . .	5,047	3,0315	10276	4. 9. 4, 0	4. 6. 54,7
idem. . . .	11,525	10,021	10917	0. 17. 30, 2	0. 20. 0,6
idem. . . .	3,695	2,471	10645	15. 9. 14, 4	15. 42. 37,3

Li han confermato la costante relativa alla torsione anche le esperienze eseguite sopra i cilindri ellittici.

Nei solidi parallelopipedi calcola l'angolo di torsione colla formula:

$$\psi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{1}{2} \frac{pR'}{E} \cdot \frac{l(a^2+b^2)}{a^3+b^3} = \frac{180.\ 275,5.\ 1000}{2.\ \pi} \cdot \frac{a^2+b^2}{E\,a^3b^3}$$

e ritenuto che si abbia da introdurre un coefficiente c di correzione il quale moltiplicando l'angolo ψ_2 dato dall'esperienza, lo renda eguale all'angolo ψ_1 calcolato, e ritenendo verificata la legge di proporzione tra l'angolo e i momenti delle forze, e la lunghezza del prisma, ritrova

1°. Ad eguali lunghezze e larghezze la correzione diminuisce con la grossezza.

2°. Restando costanti la lunghezza, e l'area della sezione la correzione diminuisce al crescere della differenza tra le dimensioni trasversali.

3°. Restando la stessa sezione scema la correzione a misura che aumenta la lunghezza.

4°. Ad egual lunghezza ed a sezioni simili la correzione scema con la lunghezza assoluta dei lati.

5.° La correzione scema coll'intensità della coppia.

E affinchè il lettore possa farsi idea di queste conclusioni riportiamo alcuni resultati nella seguente tavola.

SOSTANZE	SEMILATI		LUNGHEZZA media	COEFFIC. d' elasticità determinato per l' allung. E	ANGOLO DI TORSIONE		COEFFICIENTE di correzione C
	a	*b*	*l*		*calcolato*	*trovato*	
lint	11,426	10,550	243,00	4976	0°11'.55",6	0. 18'.17".5	0,6520
erro. . . .	12,413	12,413	1000,00	20388	0. 1.45,5	0. 2. 8,7	0,8196
id.	7,533	7,485	1000,00	,,	0. 13. 7,7	0. 15. 54,2	0,8265
ristallo . .	7,182	7,138	544,50	5238	1. 1.48,5	1. 24. 19,2	0,8355
id.	6,910	6,708	700,25	,,	1. 15.38,9	1. 23. 47,9	0,9027
cciajo fuso	3,003	3,001	500,00	19085	9. 9.17,7	10. 11. 39,3	0,8971
ttone . . .	1,814	1,783	250,00	9634	140. 43.22,8	151. 28. 12,3	0,9291
erro. . . .	11,990	7,913	1000,00	20388	0. 5. 2,5	0. 6. 10,3	0,8169
cciajo fuso	4,515	2,014	500,00	19085	12. 4.36,5	12. 33. 27,7	0,9617
ttone . . .	7,409	2,071	500,00	9336	12. 20. 48,1	13. 17. 45,0	0,9286
cciajo fuso	9,002	1,062	511,50	19085	35. 58. 4,2	36. 22. 36,3	0,9878
etro da vetrate . . .	19,300	1,570	435,50	6900	17. 52. 16,4	18. 45. 29,3	0,9349
erro. . . .	11,940	0,518	562	20388	209. 56. 49,9	214. 44. 31,6	0,9776

L'Autore da per sè conclude che la teoria dà resultati esatti purchè si applichino le formule nelle condizioni stesse

dalle quali si è dipartita. Solo queste condizioni nella pratica mai si verificano, ed è perciò utile notare le correzioni che ci vengono date dall'esperienze fintantochè non verrà resa più completa la teoria, lo che potrà avvenire se i Matematici rischiarati dal lume dell'esperienza fonderanno i loro calcoli sovra dati più convenienti. Egli per dare una prova del vantaggio che si trae dai dati dell'esperienza applica la formula corredata del coefficiente di correzione alla determinazione dell'angolo di torsione nei prismi vuoti partendosi dal principio che in questi la resistenza alla torsione deve essere scemata per quel che porta la resistenza del prisma che riempirebbe la parte interna, e trova una corrispondenza assai buona tra la formula e l'esperienza.

Mentre nelle conclusioni conveniamo con l'Autore che i resultati a cui è giunto non sono contrarii alle teorie ammesse, ma solo fan comprendere come allontanandosi dalle ipotesi che han servito a quelle di fondamento si vada errati; pure rimarrebbe a desiderare che egli prima di por termine a questo suo lavoro che deve essergli resultato faticosissimo volesse in tali casi assegnare una qualche regola da eseguirsi, la quale esso per le molte esperienze eseguitevi potrà certamente meglio che altri dedurre. Così parlando della mancanza di proporzione tra la coppia delle forze, e l'angolo di torsione volesse indicare come si possa calcolare di quanto se ne allontana, o trattandosi della mancanza di proporzione tra la lunghezza e quell'angolo di torsione assegnasse nel rapporto della lunghezza alle altre dimensioni una regola per conoscere di quanto da quella l'esperienza si discosta. Meglio studiata potrebbe egli presentare la questione della diminuzione di volume col far vedere se nei cilindri o prismi tutti solidi si ha una diminuzione di volume, e come possa questa diminuzione con più di esattezza essere apprezzata. E finalmente anche la costante che riguarda la resistenza specifica alla torsione ammesso che varii col rapporto tra la lunghezza e le altre dimensioni converrebbe sapere quale è almeno in approssimazione quel rapporto che può determinarla: giacchè anche quella costante che sembra ben fissata per i cilindri dovrebbe variare con la lunghezza. In-

fatti hanno i diversi fisici indicata la relazione fra il coefficiente di elasticità e quello di resistenza specifica alla torsione in numeri assai differenti per le diverse sostanze, e tutti i numeri che si ritenevano fino ad ora per approssimati nei solidi assai lunghi sono alquanto diversi da quelli che ha il Wertheim adottato nei suoi esperimenti fatti con solidi generalmente corti. Sarebbe infine a desiderarsi che l'apparato del Wertheim fosse messo a confronto con quelli che lasciano libero lo scorciamento del corpo che si torce, onde non vi si abbiano a sospettare fenomeni composti di torsione e di stiramento.

Tanta però è la diligenza che pone il Wertheim nello studiare con la conveniente estensione tali soggetti che non dubitiamo di vedere tolte nel seguito del suo lavoro tali lacune come si deduce anche dal suo assunto, e noi ne renderemo conto di buona voglia proponendoci allora di parlare anche della torsione dei corpi non omogenei, soggetto interessantissimo che ha solamente principiato a pubblicare.

(*Continua*) L. P.



SULLA COMPOSIZIONE DELL'ATMOSFERA — LETTERA DEL SIG. LAMONT DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO DI MONACO, AL SIG. *Quetelet*.

(*Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique*; T. 11, n°. 5, p. 5.)

Traduzione.

. . . .

« La teoria che in oggi viene generalmente adottata suppone che la superficie del globo terrestre sia ricoperta da

due strati atmosferici indipendenti, uno di aria e l'altro di vapore acqueo. La pressione di quest'ultimo si deduce dall'osservazione dello psicometro e la pressione totale è indicata dal barometro; di modo che si ottiene la pressione dell'aria secca sottraendo dalle indicazioni del barometro la pressione dei vapori.

« Nel 1842, quando cominciai a pubblicare gli Annali di meteorologia e di magnetismo terrestre, aveva l'idea che i progressi della meteorologia dipendessero principalmente dal confronto delle osservazioni stabilite contemporaneamente in differenti località, e che bisognasse sopratutto determinare le differenze di temperatura e di pressione atmosferica fra le varie stazioni. Per tale oggetto calcolando le osservazioni stabilite in Monaco, Praga, e Bruxelles, ho riconosciuto che le differenze barometriche mostrano una grande regolarità, la quale però sparisce qualora si tenga conto della pressione dei vapori. Da ciò ho concluso esservi una qualche inesattezza, sia nella teoria circa i vapori contenuti nell'aria, sia nella determinazione della pressione che essi esercitano sul barometro.

« Altri meteorologisti, fra i quali si annoverano i sigg. Kämtz, Broun, Jelinek e più d'ogni altro il sig. Espy (a Washington), hanno avvertito consimili difficoltà studiando le condizioni igrometriche dell'aria.

« In questi ultimi anni mi sono interrottamente occupato dello stesso soggetto, ma non è che da poco che sono potuto giungere ad un resultato definitivo. La memoria in cui ho esposto tale resultato non essendo ancora pubblicata, mi prendo la libertà di comunicarvene qualche dettaglio.

« Esatte osservazioni ed esperienze mi hanno condotto ultimamente a dimostrare che tra le molecole dell'aria e del vapore vi è una adesione la quale, alla temperatura ordinaria, è assai forte per fare equilibrio alla forza espansiva dei vapori — L'acqua evaporata aderisce alle molecole dell'aria, dimodochè si può dire che l'atmosfera resulta da *molecole di aria più o meno umide*. Ora l'umidità aumenta il peso delle molecole, viene quindi ad esercitare una influenza sull'equilibrio dell'atmosfera. Le masse d'aria più o meno umide

si mettono in equilibrio dietro le leggi stabilite per fluidi elastici di cui le molecole hanno un peso specifico differente. Da ciò ne segue che la pressione esercitata dall'atmosfera in un dato luogo, dipende dai vapori sparsi nell'aria *in generale*, e non è affatto determinata dalla *umidità locale* indicata dallo psicometro.

« L'umidità delle differenti masse d'aria che compongono l'atmosfera è assai variabile; ma se si tratta della umidità totale di una parte ragguardevole dell'atmosfera medesima, per esempio, di quella che ricopre il continente europeo, bisogna ammettere che le variazioni debbano compensarsi. Se infatti la quantità d'umidità è maggiore in un luogo, sarà minore in un altro: il generale abbassamento di temperatura durante la notte non può neppure esso produrre alcuni cangiamenti, perchè non è che piccola la proporzione della umidità atmosferica che cade sulla terra, e la condensazione del vapore restando nell'aria, non cangia la sua influenza sull'equilibrio. In conclusione dunque l'influenza della umidità sull'equilibrio dell'atmosfera deve mantenersi da un giorno all'altro presso a poco la stessa e le differenze non si devono far sentire che lentamente nelle stagioni consecutive.

« Avendo riguardo a questa condizione, i registri meteorologici decideranno facilmente se la teoria generalmente abbracciata abbia fondamenti, o se invece giovi l'ammettere quella che sono venuto ad esporre.

« A tal decisione si può giungere nel seguente modo: raccogliendo per primo le osservazioni di un mese e distribuendole in due gruppi, uno dei quali contenga i giorni in cui la pressione dei vapori resulti grandissima, l'altro invece i giorni in cui la pressione stessa sia piccola; ciascun gruppo potrà comprendere dieci giorni. Determinando quindi l'altezza media del barometro e la pressione media dei vapori per i due gruppi. Se la mia teoria è bene appoggiata, non dovrà esservi differenza tra l'altezza barometrica corrispondente ad una grande pressione dei vapori, e l'altezza corrispondente ad una piccola pressione dei vapori stessi. Se al contrario è vera la teoria già seguita, i

due valori dell'altezza barometrica diverranno eguali sottraendovi le pressioni corrispondenti dei vapori. Fin' ora ho supposto che si ottenga il vero valore medio della pressione atmosferica, riunendo solamente le osservazioni di dieci giorni. In generale, questo numero di giorni non sarà sufficiente per eliminare l'influenza delle cause accidentali, ma si può facilmente ottenere vero tal valore riunendo i resultati di più mesi.

« Ho cercato di applicare immediatamente questo processo alle osservazioni fatte in Monaco nell'anno 1855, limitandomi ai mesi successivi di Marzo e Settembre (in cui le variazioni dello psicometro sono assai considerevoli) osservazioni di 10 ore antimeridiane e di 4 ore pomeridiane. Riducendo tutti i numeri ad un solo resultato, ho ottenuto:

Giorni di grande pressione dei vapori.
- 5''',48, valore medio della pressione dei vapori.
- 317''',47, valore medio corrispondente dell'altezza barometrica.

Giorni di piccola pressione dei vapori.
- 5''',46 valore medio della pressione dei vapori.
- 318''',11 valore medio corrispondente dell'altezza barometrica.

« Se dietro la teoria ordinaria, si sottrae la pressione dei vapori, si ha per la pressione dell'aria secca:

341''',99 (¹)
314''',65

due valori che dovrebbero essere eguali, ma che invece differiscono di

2''',66

« Secondo la mia teoria, l'altezza barometrica sarà la stessa tanto per una grande come per una piccola pressione

(¹) Gli apici ''' servono ad indicare le linee.

di vapori; infatti tra i due numeri 317''',47 e 318''',11 vi corre una differenza di

0''',64

quantità poco considerevole per sè stessa, e che in questo caso è di poca importanza facendo attenzione alla circostanza che sono i giorni di più grande pressione dei vapori che danno la minore altezza barometrica.

» Il resultato di un solo anno non sembrandomi assai certo per servire di base ad una questione così interessante, ho fatto fare consimili calcoli per gli anni antecedenti fino al 1848. Confrontando tra loro i numeri, si riconosce che *tutti gli anni danno presso a poco lo stesso resultato*. L'insieme di 8 anni conduce ai seguenti numeri:

Pressione dei vapori.	5''',55 ...	3''',52
Altezze barometriche corrispondenti . . .	317''',35 . .	317''',95

« Anche in questo resultato generale, l'altezza barometrica corrispondente alla più piccola pressione dei vapori è un poco più grande, il che mi pare si debba attribuire alla circostanza che i giorni di più piccola pressione dei vapori, sono in generale quelli in cui il vento soffia dall'est ».



ESPERIENZA DI ACUSTICA DI *LISSAJOUS*; LEZIONE DEL PROF. TYNDALL.

(*Royal Institution of Great Britain. June 5, 1857*).

Estratto.

Il Prof. Tyndall dopo avere esposte le generalità più importanti sulla teoria del suono, si ferma a descrivere le diverse applicazioni conosciute e fatte, prima dal Dott. Young, poi da Wheatstone, di alcuni mezzi ottici allo studio dei mo-

vimenti vibratori. Il sig. Lissajous ha in questi ultimi tempi molto esteso e regolarizzato l'uso dei suddetti mezzi e le sue esperienze sono state eseguite durante la lezione, ora colla luce elettrica dell'apparecchio di Duboscq, ora colla luce solare.

Gli esperimenti procedevano nell'ordine seguente:

1°. Un fascio di luce elettrica cadeva sopra uno specchio tenuto in mano dal Professore; movendo lo specchio con una sufficiente velocità, il fascio descriveva un anello luminoso sul soffitto. In questo modo si rendeva manifesto il fenomeno della persistenza delle impressioni sulla retina.

2°. Una punta di rame era fissata sopra una delle branche di un corista il quale era messo in vibrazione per mezzo di un arco di violino: mentre il corista vibra se si preme leggermente sulla punta di rame con una lastra di vetro affumicata rotante, si ottiene la traccia sul vetro di una linea fine di una lunghezza eguale all'ampiezza delle vibrazioni; ma quando nello stesso tempo il corista è allontanato con sufficiente velocità, una linea sinuosa è descritta sul vetro. L'esperimento era fatto ponendo il vetro affumicato dinanzi alla lampada; di contro al vetro era collocata una lente e riceveva l'imagine del vetro al fuoco di un diafragma. Ritirando il corista dalla superficie nel modo sopradescritto la figura si produceva prontamente con gran bellezza e precisione. Avendo diversi coristi che tracciavano nello stesso tempo il loro movimento vibratorio sopra il vetro, i rapporti delle loro vibrazioni erano determinati contando semplicemente le sinuosità. L'ottava, per esempio, era espressa da un doppio numero, essendo uno quello del suono fondamentale.

3°. Questo era il primo della serie degli esperimenti di Lissajous. Un corista avente uno specchio metallico fissato sopra una delle sue branche era posto dinanzi alla lampada: un intenso fascio di luce cadeva sullo specchio e ne era riflesso. Questo fascio riflesso era ricevuto sopra un piccolo specchio tenuto in mano dallo sperimentatore, dal quale era di nuovo riflesso sopra un diafragma. Mettendo una lente fra la lampada ed il corista si otteneva una imagine netta del-

l'apertura da cui usciva la luce. Facendo vibrare il corista, l'imagine luminosa si allungava e diveniva una linea. Facendo rotare lo specchio tenuto in mano l'imagine sopra il diaframma si convertiva in una traccia sinuosa splendente di molti piedi di lunghezza.

4°. Un corista è posto dinanzi alla lampada come nell'esperienza precedente. Però invece di ricevere il raggio riflesso dallo specchio del corista sopra l'altro specchio tenuto in mano, era ricevuto sopra lo specchio di un altro corista e da questo riflesso sopra il diaframma. Quando un corista solo è messo in vibrazione una linea retta è descritta sul diaframma: allora facendo vibrare l'altro corista la figura descritta dipende dalla combinazione delle vibrazioni dei due coristi. Questo è il principio della intera serie degli sperimenti che sono il soggetto della lezione. Quando un sol corista vibra, l'imagine che si forma sul diaframma è allungata in una direzione parallella alle branche del corista. Onde avere le vibrazioni rettangolari un corista stà dritto, e l'altro è fissato orizzontalmente sopra un appoggio verticale, e così si eseguiscono le esperienze seguenti:

5°. Due coristi perfettamente all'unisono fra loro sono messi nella posizione descritta e si fanno vibrare simultaneamente. Se i due coristi passano per le loro posizioni d'equilibrio negl'istessi istanti, cioè se non v'è differenza di fase, la figura descritta è una linea retta. Quando la differenza di fase ammonta a un quarto la figura è un circolo; diventa un'ellissi se la differenza è intermedia. Il perfetto unisono dei due coristi è dimostrato dall'immobilità della figura sopra il diaframma. Caricando uno dei coristi con un piccolo peso, la figura non resta più fissa, ma passa dalla linea retta per una ellisse al circolo e retrocede da una ellisse alla linea retta. Così può essere resa sensibile la più piccola differenza dall'unisono, tanto che Lissajous afferma che con questo mezzo si fa sensibile ad un sordo una differenza di una vibrazione in 30,000.

6°. Sono messi in esperienza due coristi, uno dei quali dà l'ottava dell'altro. Quando non vi è differenza di fase la figura descritta sul diaframma somiglia a un 8. Se l'unisono

è perfetto la figura è perfetta come nel primo caso; ma quando l'unisono è disturbato la figura passa per tutti i cambiamenti corrispondenti a tutte le possibili differenze di fase. Gli anelli dell'8 si difformano e producono per la sovrapposizione una semplice parabola che seguita ad aprirsi, diviene ancora simmetrica e così di seguito.

7°. Colla quinta della ottava e colla terza maggiore e con altre combinazioni, le figure divengono sempre più complesse a misura che ci allontaniamo dalle semplici relazioni fra le vibrazioni.

8°. Finalmente due coristi che suonano nello stesso tempo dando dei colpi distinti, sono posti verticali sopra una tavola. Il raggio riflesso dallo specchio di uno è ricevuto sopra lo specchio dell'altro e questo cade poi sopra il diaframma. Quando ambidue i coristi vibrano, qualche volta cospirano per allungare l'imagine; qualche volta operano in senso opposto e così l'occhio scorge una serie di allungamenti e di accorciamenti che avvengono esattamente agli stessi intervalli in cui l'orecchio sente i colpi.

Compiuta questa bella serie di esperimenti si alzava Faraday per invitare l'udienza a ringraziare i sigg. Lissajous e Duboscq della loro cortesia e la mozione era accolta dal voto unanime vivamente espresso.



SULLA ENDOSMOSI DELL'ALBUMINA; OSSERVAZIONI DEL P. MAGGIORANI.

(*Atti dell' Accademia dei Nuovi Lincei Anno* x. *Sess. del* 1 *Marzo* 1857)

La dottrina della endosmosi è troppo importante alla spiegazione dei fenomeni organici, ed in ispecie allo schiarimento dei processi di assimilazione e di nutrizione, per-

chè abbiasi mai a trascurare alcuna opportunità di rettificare i fatti che alla medesima si riferiscono. Pertanto avendo letto nella recente opera del Dott. Mialhe intitolata « *Chimie appliquèe à la Physiologie et à la Thèrapeutique* » che i liquidi albuminosi dell' economia animale si sottraggono alle leggi della endosmosi, e che l' albume dell' uovo non attraversa le membrane, ho durato fatica a creder giusta una tale sentenza, contraria alle ricevute opinioni, e ho sentito il desiderio di assicurarmi del fatto con opportune esperienze.

Invece di separare il guscio testaceo ad una estremità dell' uovo, lasciandone intatta la membrana, come pratica il citato A., ho profittato delle uova fetate naturalmente senza la veste calcarea. Si ha in queste una più vasta superficie alla manifestazione del fenomeno, e quindi più chiari e concludenti se ne offrono i risultamenti.

Sommerso adunque l' uovo ignudo in un bicchiere di acqua pura alla temperatura ordinaria (12° R.), dopo appena due ore esso era di già più teso, e rigonfio di quel che non fosse per lo innanzi, e nel fluido poteva già dimostrarsi la presenza dell' albumina. Imperocchè riempiutone un vetro di oriuolo, e portato alla ebullizione, l' occhio armato di lente vi scorgeva nel fondo le zone di albumina coagulata; intanto niun cambiamento offerivasi in altra egual quantità di acqua attinta alla stessa sorgente ma che non aveva servito allo sperimento. Altra porzione del fluido in cui era immerso l' uovo introdotto in un *provino* e fattoci bollire, acquistava presto il noto colore opalino caratteristico della presenza dell' albumina. Trascorse sei ore dalla immersione il riscaldamento dell' acqua ci manifestava fiocchi albuminosi da potersi raccogliere, e odore nettissimo di chiara d' uovo bollito. Un' altra porzione della ridetta acqua trattata coll' acido nitrico presentava un precipitato in forma di nube opalina che non disciogllevasi in un eccesso del ridetto acido. Cotesti esperimenti furono ripetuti per sette giorni cambiando l' acqua da sommergerci l' uovo, e gli effetti furono sempre gli stessi.

Nè obbiettisi dal Mialhe che i fisiologi nello ammettere la virtù endosmotica dell' albumina sono stati indotti in errore

dalla materia animale contenuta nelle membrane impiegate nelle esperienze; perchè le membrane risultano piuttosto di gelatina che di albumina. D' altronde se prolunghisi, come io ho fatto, l'esperimento per molti giorni si ottiene dall'acqua in cui è immerso l'uovo una tal quantità di albumina, da non potersene mai attribuire l'origine alla sola membrana del medesimo.

Trascorsa una settimana l'uovo immerso nell'acqua raddoppia di volume, e sembra vicino a scoppiare. Apertolo ci si rinviene un fluido in cui l'acqua prepondera all'albume, e in cui nuota il tuorlo, intatto, a quel che pare, da ogni azione endosmotica. L'esperimento riesce egualmente se in vece di acqua pura vi adoperi una soluzione salina, p. e. il sal comune; anzi in tal caso il passaggio dell'albumina verso il fluido accade con maggior prontezza.

Nemmeno poi è necessario procacciarsi uova senza guscio testaceo per verificare la endosmosi dell'albumina, poichè questo fenomeno manifestasi chiaramente anche nelle vestite dell' involucro calcareo, purchè siano recenti, e si attenda un più lungo tempo innanzi di procedere all'esame del fatto. Peraltro dopo tre giorni di immersione la presenza dell'albumina nell'acqua, e dell'acqua nell'interno dell'uovo dimostransi facilmente coi soliti mezzi.

Ma l'albume attraversa la membrana dell'uovo non solo ove questo si immerge in un fluido acquoso, ma eziandio se venga circondato da una materia solida in forma polverulenta. Ciò almeno si verifica col ferro preparato, ò con quello ripristinato coll'idrogeno come ne ho fatta esperienza. Preso cioè un uovo privo del guscio calcareo, e ricoperto tutto all'intorno di uno strato di questo ferro a molecule assai divise, e adagiato sopra un letto della stessa materia, trascorsi tre o quattro giorni esso riducesi alla metà del suo volume, e il metallo inumidisce e aderisce alla membrana dell'uovo formandovi come una crosta. Separato allora il ferro colla lavanda, filtrato il mescuglio ed esposto alla ebullizione cede all'acqua i coaguli albuminosi, ed offre all'odorato il noto sentore dell'albume scaldato. L'acido nitrico si comporta col fluido filtrato come una soluzione di albumina. Aperto l'uo-

vo si rinviene per metà vuoto, e una porzione dell'albume si mostra tinta in color rosa, come appunto avviene se spargasi direttamente di limatura di ferro. Adunque attraverso la membrana dall'uovo vi è passaggio dell'albumina verso il ferro, e del ferro verso l'albumina.

Concludo che l'albumina è veramente endosmotica come credevasi, e tal fatto è assai più conforme agli altri che conosciamo sulla endosmosi de' fluidi animali, ed è assai più conducente alla spiegazione dei fenomeni organici.

Ed infatti il processo nutritivo suppone un ricambio tra i materiali del sangue e quelli dei tessuti da compiersi probabilmente per endosmosi mercè le pareti vascolari ridotte a maggior sottigliezza nei canali sanguigni di calibro minore. Il plasma del sangue contiene albumina, e questa è il fondamento di molti tessuti, la base germinale dell'organismo: e donde vorranno desumere l'origine di tal materiale, se non dal suo passaggio attraverso le pareti vascolari?

Sostiene il Mialhe che l'albumina separata dal sangue ha sofferto una modificazione, ma non veggo nel suo libro argomenti bastanti a dimostrarla. L'albumina che entra nella composizione de' muscoli ha la medesima formula di quella del siero. E secondo ogni dettato fisiologico le modificazioni dei materiali del sangue si verificano nell'atto istesso dell'assimilazione, non già nel torrente del circolo. Nelle vie del sangue si elaborarono essi materiali, ma la conversione organica non può accadere che a contatto della fibra vivente. Ogni tessuto ha una virtualità propria, ogni organo ha un potere speciale, onde avviene che ciascuno attragga dal plasma sanguigno il materiale necessario alla sua riparazione, e attrattolo lo modifichi secondo la propria natura.

È degno in fine di considerazione come l'albumina sia endosmotica anche verso un corpo solido qual'è il ferro in forma polverulenta. Lo stato solido molle dei tessuti non può adunque formare un ostacolo a comprenderne il passaggio di quel materiale dal siero del sangue verso i medesimi.



DELL' INFLUENZA DEL MOVIMENTO MECCANICO NELL' AZIONE DEL MAGNETISMO SUI CORPI NON MAGNETICI; DEL SIG. A. DE LA RIVE.

(*Atti dell' Accad. dei Nuovi Lincei, Anno* x, *Sessione del* 1° *Marzo* 1857).

Traduzione.

Arago è il primo che abbia avuto l'idea d'introdurre nello studio dei fenomeni magnetici la nozione di un movimento meccanico.

Egli dimostra che la rotazione di un corpo conduttore non magnetico in vicinanza di una calamita mobile determinava in questa calamita una forte deviazione che lo stesso corpo in quiete era incapace di produrre. In appresso Faraday generalizzò la scoperta di Arago scuoprendo egli stesso le correnti d'induzione, la cui produzione nasce dallo spostamento relativo di un conduttore e di una calamita, o di una corrente elettrica.

Nel mentre che si scuopriva così l'influenza del movimento meccanico nei fenomeni magnetici ed elettrici, altri fisici studiando questa medesima influenza nei fenomeni calorifici, giungevano a stabilire la legge importante dell' equivalente meccanico del calore; legge che consiste in questo: che il calore prodotto da un'azione meccanica, come sarebbe la confricazione, può alla sua volta produrre un'azione meccanica equivalente a quella da cui è stato generato.

Se non che il calore esige, al pari di ogni altra forza, un intermediario, o macchina, onde produrre il suo effetto. Questo intermediario è o l'acqua che il calore evaporizza, o l'aria che esso riscalda, ed agisce creando, o aumentando, se già esista, la forza elastica del mezzo, con cui esso manifesta la sua azione.

Richiamando la legge dell' equivalente meccanico del calore, noi non abbiamo avuto altro scopo che di offrire un

nuovo esempio dell'importante principio, che i fisici non dovrebbero giammai obliare, cioè che non avvi giammai *creazione* ma semplicemente *trasformazione* di forze. Noi riscontriamo questo medesimo principio nei fenomeni elettrici. Così per esempio l'azione chimica della pila si trasforma in elettricità, la quale, alla sua volta, si trasforma in azione chimica equivalente a quella da cui ha tratto origine. Sotto questo punto di vista una pila voltaica costruita nelle migliori condizioni, è una delle macchine più perfette che esistano, poichè vi si rinviene dopo due trasformazioni successive, tutta la forza primitiva. Ma v'è di più: ogni azione chimica sviluppa una certa quantità di calore; ora una certa azione chimica può essere trasformata in una certa quantità di elettricità, la quale darà origine ad una quantità di calore esattamente equivalente a quella che l'azione chimica avrebbe prodotto direttamente; di maniera che dopo due trasformazioni successive di azione chimica in elettricità, e di elettricità in calore, si trovano sempre effetti equivalenti.

La semplice macchina elettrica ci offre, essa pure, un esempio notabile del medesimo principio. L'azione meccanica con cui si gira la manovella del disco, si trasforma per effetto della confricazione, in elettricità e questa elettricità si trasforma in calore, sia allo stato di scintilla, sia rendendo incandescente un filo sottile di metallo ch'essa traversa. Qualche fisico pretende di avere trovato che il calore così sviluppato sia equivalente a quello che avrebbe prodotto direttamente la confricazione, risultante dalla stessa azione meccanica che ha sviluppata la elettricità, da cui è provenuto il calore medesimo. È probabile che la cosa proceda effettivamente così, se l'apparecchio soddisfaccia a tutte le condizioni volute, onde la forza primitiva non provi veruna perdita nelle sue successive trasformazioni; ma queste condizioni si adempiono più facilmente colla pila, che colla macchina elettrica.

Le precedenti considerazioni mi hanno indotto a riprendere, sotto il medesimo punto di vista, lo studio dei fenomeni magnetici che traggono origine dal movimento. Per far bene codesto studio, conveniva avere uno strumento capace di imprimere un movimento di rotazione eminentemente rapido

e nel medesimo tempo uniformissimo a corpi dotati di massa più o meno ragguardevole; bisognava inoltre che questi corpi potessero all'uopo far parte di un circuito, nel quale si trovasse sia una sorgente di elettricità, sia un galvanometro. Il sig. Fremont, cui mi era indirizzato a questo intento sino dal 1850, non ha potuto consegnarmi che alla fine del 1855 lo strumento che io gli aveva dimandato.

Questo strumento, la cui perfezione è veramente degna del talento dell'artista eminente che si era incaricato di costruirlo, si compone di una serie di ruote che ingranano le une nelle altre in maniera che per mezzo di una manovella, o della caduta di un peso, si può imprimere un movimento di rotazione rapidissimo di 3 o 400 giri per secondo a delle sfere, a dei cilindri, in una parola, a dei corpi solidi di rivoluzione di forma qualunque, i quali sono traversati da un asse che riposa sopra tre sostegni (galets) di vetro, affine di potere all'uopo essere isolati. Ometto per brevità, gli altri dettagli della costruzione dell'apparecchio che riguardano specialmente la sua solidità, la regolarità del suo moto, e la maniera d'introdurre in un circuito il corpo in movimento. . . .

Il primo impiego che ho fatto dello strumento, di cui ho parlato, è stato per istudiare l'influenza di una potente forza magnetica sulla velocità di rotazione, o sullo sviluppo di calore che produce questa forza nel corpo in movimento. Il sig. Faraday aveva osservato per il primo che un corpo buon conduttore, come sarebbe un cubo di rame, al quale si fosse impresso un movimento, si ridurrebbe immediatamente in quiete nell'istante che lo si sommettesse all'influenza di una forte elettro-calamita assai vicina. Il sig. Foucault era riuscito ad ottenere anche meglio questo stesso effetto agendo sopra un disco animato di rotazione rapidissima da un'elettro-calamita, tra i poli della quale questo disco è posto. Non solo il disco si ferma bruscamente nell'istante in cui si magnetizza l'elettro-calamita; ma è d'uopo impiegare una forza considerevolissima per poi rimetterlo e mantenerlo in movimento. — Vi ha di più: se malgrado la resistenza che si prova a produrre questa rotazione, si perviene ad ottenerla, il corpo si riscalda notabilmente.

In luogo di un disco, ho fatto uso nelle mie esperienze di

una sfera che io faceva girare rapidissimamente tra i poli di un'elettro-calamita, munita di armature di ferro dolce, che io poteva avvicinare mediante un incavo semicircolare più prossimamente possibile alla superficie della sfera senza che per tanto vi fosse contatto. Adoperando una sfera di rame o di ottone, si rimane attoniti nell'osservare lo sforzo immenso che è d'uopo di fare per metterla in rotazione dal momento ch'essa è sottoposta all'influenza del magnetismo, nel mentre che senza questa influenza essa si muove colla più grande facilità.

Frattanto la resistenza che risulta dall'azione dell'elettro-calamita varia non solo colla natura e la massa della sfera, ma colla velocità iniziale di cui essa è animata, e colla distanza della sua superficie dalle armature dell'elettro-calamita. Ad oggetto di valutare questi diversi elementi, ho fatto uso, per mettere il corpo in movimento, talora di una molla a spirale (a boudin) il cui allungamento più o meno grande misura con abbastanza esattezza la resistenza ch'esso è costretto a vincere, e tal altra di pesi più o meno considerevoli che cadono da una stessa altezza. Io non ho finora ottenuto che un piccolo numero di risultati; ma essi sono nondimeno sufficienti per mostrare l'interesse che presenta questo studio, che può spargere qualche luce sopra uno dei fenomeni più curiosi e più misteriosi dell'elettro-dinamica, voglio dire i fenomeni dell'induzione.

Mantenendo costante il volume di una sfera, e la natura del suo metallo l'influenza del magnetismo sulla resistenza che presenta alla forza che la mette in movimento, è tanto maggiore quanto maggiore è la sua massa; cosicchè è più considerevole con una sfera piena, che con una sfera vuota, e cresce collo spessore dello strato metallico in una sfera vuota. Una sfera di legno dorato, tuttochè lo strato d'oro sia bene continuo, come è agevole assicurarsene, non subisce quasi niuna influenza nel suo movimento di rotazione per parte delle elettro-calamite, per quanto prossime ne sieno l'armature. La natura del metallo ha molta influenza sul fenomeno, e ciò perchè l'influenza stessa è in istretto rapporto col potere conduttore; una sfera di rame rosso (anche vuota ma di un involucro di 2 millimetri di spessore) prova una resistenza più considerevole per parte delle elettro-calamite, che una sfera di ottone avente lo stesso

volume, ed anche massiccia. L'azione, al contrario, è debolissima sopra una sfera di bismuto anche piena, lochè dipende dalla poca conducibilità di questo metallo.

La deviazione di temperatura sta in rapporto colla resistenza che fa subire alle sfere in rotazione la presenza dell'elettro-calamita; essa è quasi nulla nella sfera di bismuto, almeno è affatto insensibile, nel mentre che è talmente considerevole nelle sfere di ottone e di rame che non si può toccarle colle dita senza rischio di bruciarsi dopo averle fatte girare per alcuni minuti in ragione di 80 a 100 giri per secondo. La sfera vuota di ottone si riscalda più sollecitamente della piena, per il motivo che ha minor massa; ma lo sviluppo totale del calore è maggiore nella seconda che nella prima. Questo sviluppo è affatto nullo nella sfera di legno dorato.

I fenomeni, di cui abbiamo dato una succinta descrizione, sono evidentemente il risultato delle correnti d'induzione che il movimento sviluppa nelle sfere conduttrici sotto la influenza delle forze magnetiche. La resistenza che risentono le sfere nel loro movimento di rotazione proviene dall'attrazione esercitata dai poli dell'elettro-calamita sulle correnti indotte, ed è appunto a queste correnti che dobbiamo attribuire lo sviluppo di calore che accompagna la loro produzione. Ciò per altro che sorprende è la intensità di queste correnti le quali, allorquando la magnetizzazione è forte e la rotazione rapida, suscitano una resistenza tale che un uomo dura fatica a vincere anche col mezzo di una manovella. Si è dato il caso che l'asse di questa manovella si sia rotto, quantunque fosse stato di acciajo ed avesse avuto 3 millimetri in quadro per lo sforzo fatto a determinare la rotazione sotto l'influenza magnetica. Non è meno sorprendente il vedere lo sviluppo prodigioso di calore dipendentemente dalla trasmissione di queste correnti in masse così considerevoli come quelle di cui trattiamo, le quali esigerebbero per essere riscaldate da correnti voltaiche ordinarie, delle pile eccessivamente potenti. Malgrado la difficoltà che si sente a riconoscere gli effetti delle correnti indotte in fenomeni così intensi, l'analisi dettagliata dei fenomeni, non può lasciare nessun dubbio intorno la loro origine. Si può bensì riconoscerla nella natura stessa della forza che vi agisce, la quale non è punto analoga

a quella che risulterebbe dalla resistenza di un mezzo, ma che è simile alla forza di confricazione che eserciterebbe la presenza di un freno contro la sfera in rotazione.

Inoltre se si effettuino sulla sfera vuota di ottone delle soluzioni di continuità per mezzo di fenditure lungo i suoi meridiani, il suo asse di rotazione essendo perpendicolare alla linea che congiunge i poli dell'elettro-calamita, tra i quali gira la sfera, la resistenza e lo sviluppo di calore sono notabilmente diminuiti, e tanto più quanto più fenditure vi sono. È curioso il vedere che se le fenditure sono equatoriali, le quali si ottengono collocando nell'interno della sfera vuota una sfera di legno isolante avente alla superficie dei settori sferici il cui insieme costituisca una sfera, senza essere a contatto, gli effetti sono pochissimo attenuati. Questa doppia esperienza nel mentre dimostra l'esistenza delle correnti d'induzione, prova altresì che queste correnti non sono dirette lungo i meridiani della sfera in rotazione, ma sibbene nella direzione equatoriale, cioè perpendicolarmente a questi meridiani.

Lo studio di queste correnti, per quello che riguarda la loro direzione, e le variazioni della loro intensità colla forza, la massa e la natura dei corpi in movimento, è un tale subbietto che merita di essere approfondito a cagione della luce ch'esso potrà spargere sullo stesso fenomeno d'induzione. Non sarà meno importante di determinare la legge che regola i rapporti che esistono tra gli effetti prodotti da un lato, e l'intensità del magnetismo e la velocità di rotazione dall'altro; alcuni saggi, ma così poco numerosi perchè io vi possa annettere grande fiducia, dimostrerebbero, almeno approssimativamente, che la resistenza che risente la sfera nel suo movimento sia proporzionale all'intensità del magnetismo e alla velocità di rotazione; quest'ultima legge sembrerebbe indicare che la velocità non abbia alcuna influenza sulla intensità individuale delle correnti, ma che il suo effetto consista soltanto nell'aumentare il loro numero in un dato istante. Tuttavia questi punti meritano un esame assai più approfondito, e basato su di un più gran numero di osservazioni. Darò termine con permettermi i due seguenti riflessi:

Il primo è che noi troviamo nell'ordine dei fenomeni che abbiamo studiato, un nuovo e notabile esempio della trasforma-

zione di una forza meccanica in elettricità, e per l'intermedio dell'elettricità, in calore.

Il secondo è che se noi ammettiamo l'ipotesi ingegnosa del Padre Secchi, la quale sembra spiegare così bene le variazioni dell'ago calamitato, cioè che il sole sia una forte calamita avente i suoi due poli, non è necessario di cercare altrove che nella rotazione della terra la causa del magnetismo terrestre. Se la terra fosse una sfera perfettamente omogenea e ugualmente conduttrice in tutte le direzioni, la direzione delle correnti indotte, e quindi quella dell'ago calamitato dovrebb'essere perfettamente regolare, e non dipendere che dalla posizione dei poli della terra relativamente ai poli magnetici del sole. Ma egli non è così: il globo terrestre si compone di strati variabilissimi in conducibilità; gli uni diretti in un verso, gli altri in un altro, e situati a profondità differentissime: quindi ne risulta che la direzione delle correnti indotte, quantunque dovesse essere generalmente la direzione equatoriale, come in una sfera omogenea, dipenderà pertanto dalle perturbazioni locali, ed essere anche essenzialmente variabili in rapporto allo stato interno del globo che è lungi di essere costante; dimodochè lo studio del magnetismo terrestre diverrebbe una quistione di geologia, nello stesso tempo che è divenuto, in seguito delle ricerche del P. Secchi, una quistione di astronomia.



SULLA POSSIBILITÀ DI CONTRARIE CORRENTI ELETTRICHE SIMULTANEE IN UNO STESSO FILO CONDUTTORE; MEMORIA SECONDA DI G. BELLI PROFESSORE DI FISICA NELL'I. R. UNIVERSITÀ DI PAVIA.

1. Nella Memoria precedente (1) io ho considerata la questione dal lato delle indicazioni galvanometriche; e ho procurato di dimostrare che da queste non è possibile ottenere una risposta definitiva; giacchè per riguardo ad esse indicazioni si hanno in tutti i casi speciali i medesimi risultamenti, sia che si ammettano come possibili le contrarie correnti simultanee, sia che si riguardino come impossibili, semprechè, ammessane la possibilità, si adotti per la associazione di più circuiti quel modo di ripartizione di correnti che io ho indicato. Mi sono però riservato di considerare l'argomento da altri aspetti, dai quali io non vedeva lasciata una pari indecisione. E a ciò mi accingo in questa seconda Memoria, la quale io divido in quattro articoli. Nel primo di essi io fo conoscere alcune difficoltà alle quali è sottoposta in alcuni casi la dottrina delle contrarie correnti simultanee, indipendentemente da ogni ipotesi sulla natura dell'elettrico. Nel secondo mostro come a una tale dottrina si oppongano parecchie gravi difficoltà quando si supponga esser l'e-

(1) *Nuovo Cimento*, Dicembre 1855 (T. II, p. 401). È mio debito l'avvertire che la conclusione da me ottenuta nel 1°. articolo in modo generale, era già stata data per un caso speciale dal sig. Soret negli *Archives des Sciences de Genève*, Maggio 1855, p. 51. — D'un'altra ommissione io debbo sdebitarmi. Nella citata mia prima Memoria (*Nuovo Cimento* T. II, p. 442) io citai i lavori di Kirchhof sulle correnti che percorrono una sottile lamina metallica messa per due suoi punti in comunicazione coi poli di una pila. Debbo ora aggiungere che siffatte ricerche vennero estese dal sig. Felici alle correnti in una sfera solida la quale sia similmente posta in comunicazione co' poli di una pila per due punti interni qualunque. Vedi T. V. del *Giornale di Matematiche* del Prof. Tortolini citato nel *Nuovo Cimento*, T. III, p. 205 — Scorsero poi nella stampa della detta prima Memoria alcuni errori tipografici che si troveranno citati insieme colle loro correzioni al fine della presente.

lettrico una sostanza materiale esistente da sè, e atta a trasportarsi da un luogo ad un altro. Nel terzo espongo altre difficoltà a cui si va incontro quando per salvare la possibilità delle dette correnti contrarie, si voglia riguardare l'elettricità non già come una particolare materia, ma bensì come uno stato particolare di un fluido sottile e precisamente come un suo particolare moto vibratorio. Aggiungo in un quarto articolo alcune considerazioni sulla invenzione del sig. Gintl, dell'invio contemporaneo di due dispacci elettrici in direzioni contrarie lungo un medesimo filo.

Articolo I. *Difficoltà a cui è soggetta in alcuni casi la dottrina delle contrarie correnti simultanee in un medesimo filo conduttore, indipendentemente da ogni ipotesi sulla natura dell'elettrico.*

2. Le difficoltà delle quali qui intendo parlare consistono nell'incertezza in cui la dottrina delle contrarie correnti simultanee può molte volte lasciarci in riguardo allo stato di un filo conduttore invaso da correnti elettriche. In quei casi nei quali si conoscono tutte le particolarità delle forze operanti, e queste altresì operano tutte quante per un medesimo verso, noi non possiamo al certo avere dubbiezza. Così in una pila chiusa di cui tutti gli elementi spingano l'elettrico per un medesimo verso, noi non possiamo ammettere che una unica corrente di quella grandezza che è mostrata dal galvanometro. Ma non si può dire lo stesso di quei casi nei quali o non si ha una piena notizia delle dette forze, ovvero queste pur essendo note, operano quale in un verso e quale nel contrario. Ne' quali casi, se si ammette la possibilità delle simultanee correnti contrarie, si può facilmente rimanere incerti sulla vera maniera di interpretare le indicazioni galvanometriche. Abbiasi, p. e., un filo metallico teso da sinistra a destra, e senza altro sapere, veggansi in un galvanometro secolui comunicante indicati 10°, della specie di quelli di una corrente da sinistra verso destra: se noi ammettiamo come possibili le dette correnti contrarie simultanee, noi non siamo sicuri d'altra cosa se non dello aversi

correnti da sinistra a destra, prevalenti per 10° sopra quelle da destra a sinistra; ma non possiamo sapere se si abbia piuttosto una unica corrente di 10° nella prima di queste direzioni, ovvero una di 20° in tale direzione e una di 10° nella contraria, ovvero una di 30° nella prima con una di 20° nella seconda, ec. Così pure allorquando veggiamo il galvanometro indicar 0°, senza sapere che cosa si abbia ai capi del filo conduttore, può ugualmente e non esservi nessuna corrente, ed esservene due uguali e contrarie di qualunque intensità.

Abbiasi per un terzo esempio un lungo filo metallico di cui sieno seppelliti nel terreno a molta distanza l'uno dall'altro i due capi, munito ciascun di questi, per una più facile comunicazione col terreno, di una larga lamina di rame. Esplorato lo stato del filo mediante un galvanometro, è facile che vi si rinvenga un qualche segno debolissimo. Ma ammessa la possibilità delle correnti simultanee contrarie, chi ci sa dire quali correnti passino pel galvanometro, sia mandate dalle piastre per una azione elettromotrice fra esse e il terreno, sia generate in varii luoghi della terra colle molte chimiche operazioni che in questa qua e là si compiono, e introdotte nel filo conduttore coll'ajuto di esse due piastre? Noi non sappiamo altro se non che la somma delle correnti per un verso è superiore, di quel tanto che mostra il galvanometro, alla somma delle correnti pel verso opposto. Ma ciascuna somma può essere piccola o grande o grandissima.

Per un quarto esempio, siano P e Q (*fig.* 1ª) due pile contrapposte, formate di un ugual numero di coppie, e delle quali sieno congiunti fra loro i poli positivi con un filo *mn* e i negativi con un filo MN. Se si ammette che esse diano origine a due correnti contrarie effettivamente trascorrenti, converrà, io credo, ammetter ciò anche pel caso che si abbia una sola coppia per parte, formata collo attaccare (*fig.* 2ª) un pezzo *z* di zinco a ciascuna estremità del filo MN, porre in seguito a' zinchi due corpi umidi *u,u*, e fra questi mettere un filo di rame *mn* terminato da due lastre pure di rame *r,r*. E in tal caso non veggo come le due correnti abbiano a cessare in MN unendo insieme fra loro i due corpi

umidi e insieme fra loro le due lastre di rame, e dando all'apparecchio la disposizione della *fig.* 3ª; come neppure avvicinando sino al contatto anche i due pezzi di zinco e riducendo la disposizione a quella della *fig.* 4ª. Nel quale ultimo caso poi par ragionevole che molte correnti in più versi, e assai più forti che non nel filo MN debbano aversi anche nella lamina *z* di zinco di questa quarta figura, come anche nella *z* della *fig.* 5ª; dove, per pari ragioni, saranno da ammettere molte correnti in varii versi anche nella lamina di rame *r*. E quali saranno queste correnti della *fig.* 5ª, per quali versi, cioè, e di quali grandezze? Taluno mi dirà inammissibili le due correnti fin dalla *fig.* 2ª, ove non si hanno che due pezzi di rame alla estremità di uno stesso filo *mn* e due pezzi di zinco alle estremità dell'MN. Ebbene, si suppongano due elementi a sinistra e due a destra, come nella *fig.* 6ª; o anche più di due, se bisogni, da ciascuna banda. Poi si immagini piegato il filo MN come nella *fig.* 7ª, e congiunte insieme le lastre di rame *r'r'*. Quindi congiunti anche i due corpi umidi *u'u'* come nella *fig.* 8ª. In seguito anche i due zinchi *z'z'* come nella *fig.* 9ª. Poscia successivamente anche i due rami *r,r*; i due corpi umidi *u,u*; e in ultimo i due zinchi *z,z*, come mostra la *fig.* 10ª. E dopo si levi anche il filo MN come nella 11ª. Se si ammetteranno le correnti contrarie nel filo MN della *fig.* 6ª, converrà ammetterle, cred'io, anche nel filo MN della 7ª, in quello della 8ª, non vedendosi qual cangiamento possa produrre l'unione de' due corpi umidi i quali si trovano nello stessissimo stato di elettricità; così pure dovranno esse correnti ammettersi nel filo della *fig.* 9ª, e in fine in quello della 10ª; come pure nello zinco di questa figura, e in quello della 11ª, e altresì nel rame di quest'ultima. Or quali saranno queste correnti? Niente di incerto nè di arbitrario lascerebbe in tutto ciò la dottrina di una unica corrente.

3. Un recente lavoro del ch. Prof. Zantedeschi mi diè a conoscere qualche altro caso in cui noi possiamo rimanere incerti sullo stato reale di tali correnti, malgrado la piena cognizione de' segni galvanometrici e delle cause operanti. È questo lavoro un articolo inserito nei *Sitzungs-berichte*

dell'Accademia delle Scienze di Vienna (1), ove egli difende la opinione della possibilità delle correnti contrarie simultanee da una difficoltà oppostale dal Prof. Matteucci (2). Aveva quest'ultimo messe vicine e fra loro parallele due spirali piane che diremo A e B, di fili percorribili da correnti elettriche, con in mezzo, a uguale distanza da entrambe, una terza spirale C; le prime, essendo separatamente percorse da correnti uguali, potevano far circolare delle correnti indotte in C, cioè l'A in una direzione e la B nella contraria, di forze precisamente uguali; e metteva nel circuito di questa terza spirale C una rana preparata alla Galvani, nella quale uno dei nervi crurali avrebbe dovuto esser sensibile a una delle correnti indotte e non alla opposta, e l'altro di essi nervi alla seconda e non alla prima, parendogli che quando si fossero realmente avute le due contrarie correnti simultanee, ciascuno de' nervi avrebbe dovuto dare una commozione. Quindi aveva fatto contemporaneamente percorrere le due spirali A e B da una medesima corrente, sia di una pila sia di una boccia di Leida, affine d'esser più certo dell'eguaglianza delle forze inducenti. Sperava egli che quando fossero realmente possibili in uno stesso filo due correnti contrarie simultanee, di queste se ne avrebbe avuto un esempio nella citata sperienza, e la rana n'avrebbe dovuto dar segno. E il non ottenerne (come avvenne di fatto) doveva tenersi come una prova contraria alla possibilità di tali correnti. Così pensava il Matteucci (3) e così avrei pensato anch'io. Siccome l'azione inducente di ciascuna delle prime due spirali poteva indurre una particolar corrente nella terza, mi pareva che i sostenitori delle contrarie correnti simultanee avrebbero ammesso, prima di veder l'esito della sperienza, che ciascuna di quelle spirali eccitasse la sua corrente particolare. Ma il Prof. Zantedeschi dice non essere così; s'accorda in questo fatto coi sostenitori di un'unica

(1) Ottobre 1856 (T. 22) p. 256.

(2) *Nuovo Cimento*, T. III., p. 194 (Marzo e Aprile 1856).

(3) Ebbi ben cura di dichiarare che il risultato negativo da me ottenuto non decideva assolutamente questa oziosa questione, ma non era favorevole all'opinione delle due correnti opposte e simultanee. C. M.

corrente, e ammette che le due contrarie forze, elidendosi scambievolmente, non producano corrente alcuna. E stima avvenir così tutte le volte che si tratti di due contrarie azioni inducenti: in questo caso allorquando non si hanno segni galvanometrici, crede potersi ammettere un'assoluta mancanza di correnti indotte, e pare, se io ben l'intendo, che egli limiti la esistenza delle opposte correnti simultanee, quando il galvanometro tace, al solo caso di correnti originarie. È cosa questa che nè Matteucci nè io nè molti altri sapevamo; e siamo perciò avvertiti a non decidere sì presto qual cosa in date circostanze s'abbia da ammettere nella dottrina delle opposte correnti; in breve noi siamo avvertiti che capitando de' nuovi casi noi dobbiamo rimanercene incerti. Ad ogni modo io mi congratulo che in questo punto particolare della scienza le due dottrine non siano in disaccordo, e trovo doversi ringraziare il Matteucci che colla sua sperienza diè occasione a far noto un tale accordo. Mancheranno però in ogni altro caso di induzione le contrarie correnti, a giudizio de' loro sostenitori? Se, p. e., le spirali fossero quattro, due inducenti A e B, e due indotte *a*,*b* (*fig.* 12ª), lontana la A dalla B, ma vicina la A alla *a*, e la B alla *b*, e fossero messe le *a*,*b* in comunicazione fra loro con due lunghi fili, e si trovassero le cose combinate in guisa che in questi ultimi fili tendessero, operando separatamente, le spirali inducenti A,B a eccitare due correnti uguali e contrarie, che avverrebbe egli facendo che siffatte spirali inducenti operassero contemporaneamente? Prima di farne sperienza colla rana o con altro (1) io non oserei indovinare che cosa opinerebbero i sostenitori delle correnti opposte. Chiarissimo è in vece l'evento che ne attenderebbero i seguaci dell'altra opinione.

4. Nel lavoro testè citato difende il Zantedeschi la dottrina delle correnti contrarie simultanee anche da un'altra obbiezione mossa dal fu Professore Petrina di Praga (2). Aveva questi collocato un elemento termoelettrico formato di bi-

(1) L'esperienza è stata fatta per gli effetti calorifici e fisiologici, e condusse a risultato simile a quello ottenuto e citato dal Prof. Belli (Matteucci, *Cours sur l'induction*). C. M.

(2) *Nuovo Cimento*, Settembre e Ottobre 1856, p. 291.

smuto e antimonio, attraverso a un serbatojo d'aria sotto cui era annesso un tubo verticale capillare pescante in un liquido colorato; il quale liquido veniva nel tubo allontanato dal serbatojo col riscaldamento del detto elemento, attesa la dilatazione dell'aria e lasciava uscire qualche bollicina di questa; e in vece saliva esso liquido nel tubo stesso in caso di raffreddamento. E queste variazioni di temperatura le poteva egli ottenere, secondo che era stato primamente scoperto da Peltier, col far passare dall'elemento termoelettrico una corrente voltaica, la quale produceva riscaldamento ogni volta che passava dall'antimonio al bismuto, e raffreddamento ogni volta ch'ella passava dal bismuto all'antimonio, essendo però, a pari forza della corrente, assai minore questo raffreddamento che non quel riscaldamento. Mettendo a profitto una tale differenza de' due effetti pensò il Petrina di collocare l'elemento termoelettrico fra due circuiti, l'uno de' quali tendesse a indurre una corrente attraverso ad esso elemento, nella direzione dall'antimonio al bismuto, e l'altro un'altra corrente attraverso all'elemento medesimo in direzione opposta. Pensava egli che se l'elemento avesse dato contemporaneo passaggio alle due correnti, e queste fossero state uguali, si avrebbe avuto un segno di calore, attesa la superiorità dell'effetto riscaldante. E il non veder nessun segno, nè di riscaldamento nè di raffreddamento, come il fatto mostrò, desse a concludere non aversi la doppia corrente.

Per isfuggire a questa conclusione, crede possibile il Prof. Zantedeschi che gli effetti osservati separatamente dal Peltier per l'una e per l'altra corrente, possano alterarsi sì l'uno che l'altro quando esse passano entrambe, talchè l'effetto risultante dal passaggio contemporaneo delle medesime non sia uguale alla somma dei due effetti separati. Oltre a che egli dubita che forse l'elemento termoelettrico avesse una minore attitudine a lasciarsi percorrere dall'elettrico che non il circuito esterno (pel quale esterno circuito io credo che egli intenda il giro de' fili che guidano la corrente all'elemento suddetto, compresa fors'anche la sorgente eccitatrice della corrente) nel qual caso egli afferma che per sue sperienze la doppia corrente attraverso all'e-

lemento dee mancare. Si potrebbe facilmente togliere quest'ultimo dubbio col fare sufficientemente grosso l'elemento termoelettrico e sufficientemente lunghi e sottili que' fili, e io farei volentieri la prova se possedessi l'apparecchio. Nulladimeno noi possiamo già cavare da tutto questo due utili conseguenze. La prima è di vedere una nuova restrizione, da parte almeno del Prof. Zantedeschi, alla dottrina delle correnti contrarie simultanee, e un nuovo punto di concordanza colla teoria opposta. La seconda si è di conoscere un'altra maniera di incertezza nella detta dottrina delle correnti contrarie; cioè di apprendere che dalle proprietà delle correnti separate non si possono in essa dottrina dedurre con sicurezza le proprietà delle correnti stesse quando si combinano in direzione opposta. E così una tale dottrina non ha qui il pregio di predire anticipatamente l'esito delle sperienze. Non avviene così coll'altra dottrina. Secondo questa, quando noi abbiamo due circuiti MN, *mn* perfettamente uguali (*fig.* 13ª) e frapponiamo ad essi un medesimo corpo conduttore, quale sarebbe l'elemento termoelettrico AB, e mettiamo in moto in essi circuiti due correnti perfettamente uguali, una diretta da M verso N, e l'altra da *n* verso *m*, noi ammettiamo che attraverso a quel corpo interposto non passi nessuna corrente, ma l'elettrico di M passi ad *m*, attraversando soltanto una piccola porzione della parte A del corpo AB, e l'elettrico di *n* passi ad N, attraverso a una piccola porzione della parte B del corpo stesso; e ciò qualunque sia l'attitudine de' fili M,*m*, N,*n* a condurre l'elettrico in paragone del corpo interposto. E così se il corpo è un elemento termoelettrico non debba in esso aversi nè riscaldamento nè raffreddamento. Alla quale conclusione si accorda anche la sperienza.

5. Io concedo che questa incertezza in cui ci lascia la dottrina delle correnti contrarie non sarebbe una ragione sufficiente per farcela rifiutare quando si avessero evidenti prove a suo favore. Ma in sino a tanto che tali prove ci mancano, e in sino a che le teorie adoperate nella scienza non si possano riguardare come le vere spiegazioni de' fenomeni, ma solo come mezzi artificiali per rappresentarli, or-

dinarli, prevederli, in sino a questo punto anche la maggiore chiarezza de' concetti è una qualità da non disprezzarsi. E una tale maggiore chiarezza si ha certamente, per le cose testè vedute, nella dottrina che ammette come possibile in un filo conduttore una sola corrente; colla quale dottrina, vedute le indicazioni del galvanometro, si sa immediatamente tutto quello che avviene in quel filo.

Mi si contrapporrà che la supposizione delle contrarie correnti simultanee ha per mia propria confessione (1) il vantaggio di potere assai comodamente, quando si conoscano le cause operanti, prevedere gli effetti galvanometrici delle correnti in casi molto complicati. Ed io lo concederò, osservando nulladimeno che coll' incomodo, per una volta tanto, di una dimostrazione, noi abbiamo lo stesso vantaggio anche dall'altra supposizione; nella quale pure noi possiamo, per una facilitazione de' computi, calcolare separatamente le correnti che provengono dalle varie cause e farne la semplice somma algebrica. E questo incomodo di una dimostrazione è ben minor danno di quello della testè notata inevitabile incertezza in che noi siamo lasciati in molti casi dalla prima di queste due supposizioni. Anche in altri punti della scienza noi sogliamo talora con vantaggio fingere uno stato di cose che sappiamo esser falso, ma che per certi fatti equivale al vero, ed è più comodo a consultarsi che il vero medesimo. Quando, p. e., noi vogliamo trovare la direzione di diversi raggi di luce provenienti da un punto e riflettuti da uno specchio piano, noi riguardiamo questi raggi siccome provenienti in linea retta da un altro punto collocato in luogo opportuno dalla banda opposta rispetto alla superficie riflettente.

Articolo II. *Difficoltà che si oppongono all' ammissione delle contrarie correnti simultanee nell' ipotesi che l' elettrico sia una particolare qualità di materia.*

6. Io esaminerò la questione principalmente nel supposto

(1) *Nuovo Cimento*, T. II, p. 446.

che i fenomeni elettrici dipendano da un fluido unico, riuscendomi in questa supposizione più semplici i ragionamenti e più facili. Toccherò infine anche la ipotesi de' due fluidi, nella quale pure le opposte correnti di cui si tratta, presentano delle gravi difficoltà.

Ammessa adunque la ipotesi di un fluido unico, io osservo prima di tutto che per ritenere come possibili in un filo medesimo due correnti opposte, senza che esse in nessun modo si disturbino l'una l'altra, farebbe d'uopo, a mio avviso, considerare l'elettrico siccome formato di tante rare e finissime molecole le quali, lanciate nel filo conduttore, vi camminassero tutte indipendenti l'una dall'altra, cioè senza che quelle camminanti in una direzione esercitassero azione alcuna su quelle moventisi in direzione contraria. Ora se le cose fossero davvero a questo modo, dovrebbe necessariamente ammettersi una tale indipendenza anche fra le molecole che camminano in una medesima direzione, in guisa che quelle fra esse che si trovano più indietro, non ispingano innanzi quelle che le precedono. E in questo caso non sarebbe facile spiegarsi il noto fatto che ad introdurre correnti ugualmente copiose in due fili uno più lungo e uno più corto, debbonsi impiegare forze elettromotrici diverse, una maggiore nel primo caso e una minore nel secondo. Perocchè in qual modo potrebbe la parte ulteriore di un filo raffrenare la velocità di quelle molecole d'elettrico che stanno ancora percorrendo la parte più vicina alla sorgente? Parrebbe che esse molecole, trovando pure una resistenza nel loro procedere innanzi, non dovessero sentirla che al loro arrivare in siffatta ulterior parte di filo, e soffrirne tanto maggiormente gli effetti quanto più esse si avanzassero alla guisa delle palle da fucile o da cannone scagliate nell'aria; e non mai reagire all'indietro sulle molecole che vengono di poi e che stanno ancora percorrendo le prime parti del filo.

Ma in vece la resistenza che una corrente incontra nelle parti ulteriori di un filo conduttore, raffrena il moto di essa corrente anche al principio di un tal filo. E quanto più nuovo filo si aggiunge da percorrere, tanto più, non inter-

venendo altra mutazione, riesce scarsa o lenta la corrente anche al suo primo ingresso. Il che è un fatto naturalissimo per chi riguarda il fluido elettrico siccome riempiente il filo conduttore, alla guisa di un gas che occupi un tubo, imbarazzato questo qua e là nel suo vano da corpicelli solidi immobili. In tale supposto le nuove molecole d'elettrico che entrano dall'un de' capi del filo sono obbligate a spingere innanzi mediante la vicendevole forza repellente, tutte le altre che si trovano più oltre, e la forza elettromotrice della sorgente dee far vincere la intera somma delle resistenze ch'esse molecole tutte quante incontrano nel loro cammino. Ed è in tale supposto altresì evidente che lo aggiungere nuove parti alla fine di un filo dee rallentare la corrente in tutta la sua lunghezza. Ma se per tali ragioni si ammette che realmente le molecole dell'elettrico contenuto in un filo conduttore si spingono e si premono le une colle altre, e che quelle che vengono di poi affrettano quelle dinanzi e ne sono ritardate, perchè una simile e anzi una più vigorosa azione non dovrebbe avere altresì luogo fra le molecole che si muovono in direzioni opposte, e fare che quelle che sono spinte con maggior forza ritardino e anzi fermino e forzino a retrocedere quelle che lor vengono incontro?

7. Alla supposizione delle molecole d'elettrico fra loro indipendenti io trovo contrario un altro importante fatto, la legge cioè secondo cui si riscaldano i fili metallici per mezzo delle correnti istantanee. Egli è noto dalle sperienze principalmente di Riess (1), che se noi facciamo passare la scarica di una boccia o di una batteria di Leida per un filo che consti in tutta la sua lunghezza di uno stesso metallo ma che varii di grossezza ne' suoi diversi luoghi, il riscaldamento di esso filo nella parte più sottile supera quello nella parte più grossa, non già nella ragione inversa semplice della sezione trasversale, ma nella ragione inversa de' suoi quadrati. Talchè quell'elettrico che prima percorreva, p. e., una parte di filo avente la sezione 2 e ne innalzava di 10° C

(1) Poggendorff's *Annalen der Physik etc.* Anno 1837, N° 3, p. 355 e segg. Gehler's *Physikalisches Wörtürbuch neu bearbeitet*, art. *Wärme*, p. 405.

la temperatura, arrivando di poi a una parte avente la sezione 1, vi produce un riscaldamento, non di 20° ma di 40°. Or ciò non dovrebbe avvenire, se le molecole d'elettrico moventisi fossero fra loro indipendenti. Divisa al lungo la prima parte del filo in due porzioni di egual sezione parrebbe che le masse d'elettrico passate separatamente per queste due porzioni, arrivando alla seconda parte del filo dovrebbero produrvi entrambe il loro riscaldamento separato, di 10°C ciascuna, e in tutto di 20°C. E così infatti avviene quando si fa passare per un medesimo filo prima la scarica di una batteria della capacità 1, e poi, dopo lasciato raffreddare esso filo, vi si fa passare la scarica di una batteria della capacità 2, caricata alla stessa tensione. In questo caso la scarica della batteria di doppia capacità impiega un doppio tempo, e fa l'effetto di due scariche immediatamente consecutive, e se ne ha un doppio riscaldamento. Ma quel quadruplo riscaldamento per una quantità soltanto doppia d'elettrico, non ha più nulla di sorprendente quando da noi si ammetta che una corrente consiste in un generale smovimento di tutta la massa del fluido elettrico occupante il filo conduttore, e che il riscaldamento nasce dall'urto di esso fluido contro le molecole ponderabili del filo, ossia dalla resistenza che il fluido stesso incontra, in questo suo muoversi, dalla materia del filo, urto che cangia il moto progressivo di un siffatto fluido in moto vibratorio delle molecole ponderabili. Poichè in questo supposto, quando in uno stesso filo e in una medesima durata di tempo si effettui prima una corrente della grandezza 1 e poi una corrente della grandezza 2, alla corrente maggiore non solo corrisponde un doppio numero di molecole d'elettrico urtanti contro le stesse molecole ponderabili, ma anche una doppia velocità di ciascuna delle prime. E quando l'effetto si venisse a raddoppiare tanto per la doppia massa, quanto per la doppia velocità, esso potrebbe benissimo divenir quadruplo. Il tutto a somiglianza dell'urto esercitato dai fluidi ordinarii che si muovono pei tubi, contenenti quà e là, per maggiore rassomiglianza, de' corpicelli immobili. Il quale urto e la resistenza che ne proviene ad essi fluidi quando la velocità di questi è al-

quanto grande, non sono già proporzionali alle semplici grandezze di tali velocità ma ai loro quadrati (1).

8. Un'altra grave difficoltà presentano gli effetti calorifici alla opinione della indipendenza delle molecole elettriche. Ognun sa che il calore eccitato da una corrente in un filo conduttore, sia essa istantanea, sia continuata, è affatto indipendente dalla direzione in cui ella si muove. Data che sia la quantità e la velocità della massa d'elettrico moventesi, avvenga questo moto per un verso o avvenga pel contrario, la quantità del calore eccitato nel filo è sempre la stessa. Nacque da ciò naturalmente il pensiero di mettere in comunicazione le estremità di un medesimo filo con due sorgenti d'elettrico tendenti a introdurre due correnti contrarie. Parve evidente che ciascuna di tali correnti, se avesse potuto liberamente effettuarsi, avrebbe dovuto produrre nel filo il proprio effetto calorifico, e che l'attivazione di entrambe avrebbe dovuto dare un effetto eguale alla somma degli effetti calorifici separati, e che in particolare due contrarie correnti uguali avrebbero dovuto dare un effetto calorifico doppio. Se in vece non fosse nata nel filo che una unica corrente uguale alla differenza delle due correnti separate, parve che l'effetto calorifico avrebbe dovuto esser quello corrispondente alla detta unica corrente risultante, e che in particolare avrebbe dovuto esser nullo quando le correnti separate fossero state uguali. Il quale ragionamento, già naturalissimo per ognuno che riguardasse le correnti come un effettivo trasporto di un qualche fluido particolare, lo era ancor più colle speciali vedute di molti de' seguaci di una siffatta dottrina. Quelli, p. e. che ammettevano essere le molecole dell'elettrico impenetrabili fra loro, dovevano ritenere che quelle camminanti per un verso seguissero delle

(1) Quando però i fluidi ordinarii si muovono con piccole velocità, le resistenze da essi incontrate si avvicinano ad essere nella ragione semplice di tali velocità (predominando forse in questo caso l'effetto dell'adesione delle molecole liquide alle solide). V. in proposito le sperienze di Coulomb (Gehler's *Physik. Wörterbuch neu bearbeitet*, art. *Widerstand*, p. 1736), quelle di Hagen (Poggendorff's *Annalen der Physik*, 1839 N.° 3, p. 423), e finalmente quelle di Poiseuille (*Comptes rendus*, 1840, 14 e 28 Dicembre, p. 961 e 1044; 1841, 11 Gennajo, p. 114).

vie diverse da quelle seguite dalle molecole camminanti oppostamente, e che le prime riscaldassero le molecole ponderabili incontrate da esse, e le altre riscaldassero quelle incontrate da loro separatamente. Così pure, indipendentemente da questa impenetrabilità, per chi ammetteva essere il riscaldamento un effetto della resistenza sofferta dall'elettrico nel suo incontro colle molecole ponderabili, era certo che essendo possibili in uno stesso filo due correnti contrarie, doveva ciascuna di queste incontrare una propria resistenza, e soffrire un rallentamento suo proprio, e contribuire per la sua propria parte al riscaldamento medesimo.

La si fece questa sperienza, e l'esito si fu che l'effetto risultante è quello dovuto, non già alla somma delle correnti separate, ma alla loro *differenza*. E quando le contrarie correnti separate sono uguali, l'effetto è nullo (1). Questo effetto, precisamente d'accordo colla ipotesi che le correnti contrarie si contrastino e non ne sussista che la differenza, è pei sostenitori dell'opinione opposta, quando non si vogliano arrendere, per lo meno un fatto imbarazzante. Nel caso particolare di contrarie correnti uguali, se da loro si ammette che queste (non più allora indipendenti) si modifichino a vicenda, di quanto si verranno esse a modificare? E perchè non se ne ammette la intera vicendevole distruzione? E se si ammette che rimangano intatte esse stesse, per quale ragione dovrà ciascuna modificare l'effetto calorifico dell'altra, essendo pure i due effetti calorifici fra loro concordi? Sarebbe poi un fatto curioso quello che una tale modificazione di effetti sia appuntino quale corrisponde alla vicendevole distruzione delle correnti opponentisi.

9. Parmi che tutto ciò tolga assai di probabilità all'ipotesi che le molecole dell'elettrico possano camminare in un medesimo filo conduttore alcune in una direzione e alcune nella contraria affatto liberamente. Ma io trovo contrariata altresì moltissimo una tale ipotesi dal modo col quale, nella nota teoria di Ohm, si dà ragione del moto dell'elettrico; di che passo ora a parlare.

(1) De La Rive, *Traité d'électricité*, T. II, p 244.

Abbiasi un filo metallico ABCDE (*fig.* 14) assai lungo e sottile (potrebbero servire a ciò i fili insieme collegati di più apparecchi di induzione, i fili cioè che vengono percorsi dalla elettricità indotta, collocati gli uni di seguito agli altri, e con aggiunto in mezzo ad essi uno, anch'esso lungo e sottile, di un qualche reostato, assai utile in alcune di queste sperienze pel non essere egli rivestito di seta); e lo si metta in comunicazione pel punto C col terreno e per le estremità A ed E co' due poli di una pila isolata P di 40 o 60 coppie, cioè A col polo positivo, E col negativo. E un altro filo FG, pur metallico, ma breve e isolato, e comunicante colla foglia d'oro d'un delicato elettroscopio di Bohnenberger, sia posto successivamente in comunicazione coi varii punti del detto filo ABCDE. Noi avremo segni positivi nella parte ABC di quest'ultimo, e negativi nella parte CDE, e tanto più forti sì gli uni che gli altri, quanto più i punti toccati dal filo FG si troveranno lontani da C. Se in vece si farà comunicare col terreno il punto E, tutto il filo ABCDE avrà tensione positiva, decrescente allo allontanarsi da A. E se si metterà in unione col terreno il punto A, si avrà in tutto il filo ABCDE una tensione negativa, crescente successivamente al partire dal punto A medesimo.

Ora egli è noto che l'essere questa tensione più grande, avuto riguardo al segno, in A che in B, più grande in B che in C, ec. è la causa che spinge continuamente da A verso B l'elettrico contenuto nella parte AB di filo, da B verso C quello contenuto nella parte BC, ec. Poniamo infatti che comunichi col terreno il punto C, e che si consideri il tronco *mn* nella parte AC elettrizzata in più. Egli è chiaro che essendo più denso l'elettrico in tutti i punti di A*m* che non in tutti quelli di *n*C, il fluido contenuto nel tronco *mn* sentirà una ripulsione più forte da A*m* che non da *n*C e ch'egli dovrà muoversi verso la banda a cui lo spinge la ripulsione più forte. E il fluido che si trova nel tronco *m'n'* della parte CE elettrizzata in meno (il quale tronco conterrà ancora assai di questo fluido sebbene meno della dose naturale) sentirà, secondo le dottrine di Franklin, una maggiore attrazione dalla parte *n'*E di filo che è più deficiente, che

non dalla parte Cn' meno deficiente, e si moverà pel verso voluto dalla maggiore attrazione. E il fluido in fine esistente in un tronco $m''n''$ di filo, del quale il punto m'' è in AC e il punto n'' è in CE, si sentirà respinto da Am'' e attratto da n''E, e si moverà pel verso voluto dalla combinazione di queste due forze. E la medesima degradazione di tensione farà che, mettendo a contatto le due estremità K e M di un altro filo isolato KLM, con due punti, p. e. della parte AC di filo, entrerà nel nuovo filo una porzione di corrente dalla estremità K più vicina ad A e uscirà dalla estremità M più vicina a C.

Ammesso tutto questo, abbiasi un altro filo MN (*fig.* 15) i cui capi comunichino coi due poli omologhi, p. e. co' due poli positivi, di due pile P e Q, delle quali gli altri due poli, nel caso supposto i due poli negativi, sieno in comunicazione col terreno. In ciascun punto di esso filo MN avrà necessariamente l'elettrico una determinata tensione, la quale sarà dappertutto uniforme se le pile saranno d'ugual forza, e sarà ineguale nei varii punti se esse pile saranno diseguali; ma in ambi i casi sarà dappertutto positiva. Nel caso che la tensione non sia uniforme, ma sia, p. e., maggiore in M che in N, l'elettrico contenuto in MN essendo premuto o repulso più fortemente nel punto M nella direzione da M ad N, che non nel punto N nella direzione contraria, non potrà pigliare in conseguenza di tali pressioni che un unico movimento, cioè, nell'addotto caso, quello solo da M verso N. E anche in ogni porzione del filo MN si troverà l'elettrico spinto pel verso suddetto; nè vi sarà in nessun luogo una spinta a un moto contrario. Nel caso poi che per l'eguaglianza delle due opposte pile, le tensioni in tutti i punti del filo MN siano uguali, non si vede nessuna ragione per cui l'elettrico debba muoversi nè verso l'una banda, nè verso l'altra (1).

10. Tutto il sin qui detto sta nell'ipotesi che le corren-

(1) Anche l'Abb. Moigno trova la coesistenza delle opposte correnti in contraddizione colle leggi di Ohm (*Cosmos*, 4 Luglio 1856, p. 27). E ne promette anche una dimostrazione che non so s'egli abbia poi data.

ti elettriche consistano nel trascorrimento dell'unico fluido ammesso dai Frankliniani analogo al vitreo de' Symmeriani. È però stato avvertito che i fenomeni dell'elettricità potrebbero spiegarsi ugualmente bene mediante un unico fluido analogo al resinoso (1); nel quale peraltro si dovrebbe supporre, nei diversi singoli casi, una direzione affatto opposta a quella secondo cui nei casi medesimi si suppone camminare il fluido vitreo ossia quello ammesso dai Frankliniani. Se ad alcuno piacesse di ammettere quest'altra ipotesi, avrebbe ancora quelle medesime ragioni che abbiamo già esposto, contro la possibilità di contrarie correnti contemporanee in un medesimo filo.

Un gran numero di fisici ammette in vece con Symmer che i fenomeni elettrici siano l'opera di due diversi fluidi, le parti di ciascun de' quali si respingano fra se stesse e attraggano le parti dell'altro. Però nelle correnti, molti di essi fisici sogliono ammettere essere uno solo di que' fluidi quello che si trasporta da un luogo ad un altro (questo potrebbe essere qualunque de' due, comunemente però si suole riguardare come mobile il fluido vitreo); l'altro si suppone rimaner fermo, il che potrebbe ascriversi a una sua minore attitudine a percorrere quella particolare materia ponderabile di cui è formato il filo conduttore. Anche in questa ipotesi si presenterebbero gli stessi già notati ostacoli al riguardare come possibili le contrarie correnti simultanee.

Però potrebbero i medesimi Symmeriani ammettere che in una corrente, eccitata, p. e. da una pila, vengano posti contemporaneamente in moto entrambi i fluidi, il vitreo per un verso e il resinoso pel verso contrario, con velocità uguali o diverse secondo che il filo conduttore avesse per loro un'uguale o una diversa conducibilità. Secondo una tale ipotesi riuscirebbero le spiegazioni necessariamente molto imbarazzanti se si volessero supporre coesistenti in un medesimo filo due serie di molecole vitree camminanti in direzioni fra loro opposte, e due serie di molecole resinose camminanti

(1) Barletti, T. I. delle *Memorie della Società italiana delle Scienze*, p. 52 e 53.

pure in opposte direzioni. E a questa supposizione sarebbero pure obbligati, a mio avviso, coloro fra i seguaci dell'ipotesi symmeriana i quali ammettessero che da pile contrariamente operanti potessero aversi contrarie correnti contemporanee, dovendo ciascuna consistere in fluido vitreo moventesi in una direzione e in fluido resinoso moventesi nell'opposta. E non solo assai imbarazzante, ma anzi assurda io troverei una siffatta ammissione di due movimenti contrarii di fluido vitreo, e di due movimenti pur contrarii di fluido resinoso. Giacchè in ciascun punto particolare del filo conduttore le forze moventi il fluido vitreo dovrebbero necessariamente operare in una unica direzione e spingerlo per un unico verso; e lo stesso sarebbe delle forze moventi il fluido resinoso.

Articolo III. *Dell'ipotesi che considera l'elettrico siccome un moto vibratorio.*

11. Molti illustri Fisici riguardano le correnti elettriche, non già come un effettivo trasporto di una particolare materia da uno ad altro luogo, bensì come un successivo e velocissimo trasportamento di un particolare moto oscillatorio di un fluido sottile, e precisamente di quello stesso fluido a cui si attribuiscono i fenomeni della luce e quelli del calorico raggiante; le cui vibrazioni però siano diverse da quelle a cui si debbono essa luce ed esso calorico raggiante e che si reputano eseguirsi trasversalmente, e forse sieno analoghe a quelle che nell'aria producono il suono e che si eseguiscono longitudinalmente per mezzo di successive condensazioni e rarefazioni (1).

Con questa ipotesi credono essi facilmente spiegabile, come più correnti elettriche si possano fra loro incontrare in uno stesso filo senza imbarazzarsi l'una l'altra, nel modo stesso che s'incrocicchiano fra loro senza confondersi due o più suoni, due o più raggi di luce, più sistemi di onde nel-

(1) Magrini *Giornale dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti*, anno 1855, fascicoli 37 e 38, p. 18.

l'acqua. Spiegano la mancanza del calore in un filo percorso da due uguali correnti contrarie, col paragone dello estinguersi l'una l'altra due luci nel noto fenomeno delle interferenze. Al Prof. Magrini poi un tale concetto delle elettriche correnti sembra fatto ancor più probabile dal risultamento di alcune sperienze fatte in comune fra lui, l'astronomo Frisiani e me, e nelle quali si vide propagarsi l'elettrico nei legni con maggiore facilità nella direzione longitudinale che nella trasversale (1). Il che si accorda col modo di propagarsi del calorico nei legni medesimi, trasmettendovisi questo appunto con maggiore facilità nella stessa direzione longitudinale. Ed è ora universalmente ammesso che il calorico consista realmente in un moto vibratorio, dell'etere se si tratta del calorico raggiante, delle molecole ponderabili se si tratta, come nel presente caso, di calorico posseduto dai corpi.

Prima di discutere questa ipotesi io farò una distinzione. Noi possiamo cioè in una corrente elettrica far attenzione a due cose. Possiamo considerare il cominciamento della medesima ne' varii punti di un mezzo conduttore, p. e. di un filo metallico ove ella sia introdotta e osservare come questo incominciamento si manifesti successivamente prima in un punto, e poi in un altro. E riguardo a questa propagazione dichiaro prontamente che anch'io vi scorgo una corrispondenza colla propagazione di un moto vibratorio. Nè solo la veggo nel propagarsi un tale incominciamento della corrente, ma eziandio nel propagarsi una qualunque di lei modificazione, e nello effettuarsi ne' varii punti del conduttore la sua cessazione. Ovvero noi possiamo considerare l'essenza di una tale corrente finchè ella dura inalterata, e in questa io dichiaro di trovare invece delle grandi discordanze con un moto vibratorio. E grandi discordanze altresì io riscontro fra un tale moto e il trovarsi un qualunque corpo carico di elettricità, sia positiva, sia negativa. Passerò a di-

(1) Giornale suddetto, anno 1854, N°. 33, p. 188. Una tale proprietà io l'aveva già presunta fino dal 1838, come si ha dal 3°. Volume del mio Corso di Fisica pag. 530.

re qualche cosa sì di tali corrispondenze che di tali discordanze.

A. *Corrispondenze che vi possono essere in alcune particolarità fra i moti vibratorii e i fenomeni elettrici.*

12. Richiamerò quanto già dissi, in riguardo alla propagazione dell'elettrico, nell'articolo 1°. della mia prima Memoria(1). Io adotto per maggiore semplicità la ipotesi di un fluido unico, cioè che i fenomeni elettrici dipendano da un particolare fluido sottile, del quale sieno ripieni tutti i corpi e fors'anche gli spazii vuoti, costituendo fino a certa sua quantità la loro dose naturale, e facendoli elettrizzati in più o in meno secondo ch' egli supera questa quantità o ne manca, e il quale vi si trova talora immobile o stagnante e talora in moto. Adottata una tale ipotesi, io ammetto che quando noi mettiamo in movimento un tale fluido, p. e. in un filo conduttore, col comunicare una certa quantità di esso ad una delle estremità di siffatto filo, questa quantità non venga ad occupare che una assai piccola porzione di un tal filo, ma col mezzo della sua forza repulsiva spinga avanti nel filo stesso quella porzione del fluido medesimo che già esisteva come dose naturale in un tal luogo; questa spinga innanzi una porzione del fluido successivo, e questa un'altra; e così via via sino all'ultima estremità, dalla quale, se questa è in comunicazione col terreno e la introduzione non è continua, passi finalmente nel terreno stesso una porzione uguale a quella introdottasi. E ciò, come già dissi altra volta, nella medesima guisa che introducendo una piccola quantità d'aria in una lunga canna aperta ad ambe le estremità, quest'aria ne spinge avanti nella canna dell'altra, la quale ne manda più avanti dell'altra ancora, e così sino alla seconda estremità, inoltrandovisi precisamente come ella fa nella prima onda condensante del suono.

Potrebbe però il moto del fluido elettrico cominciare

(1) *Nuovo Cimento,* Dicembre 1855, p. 406; ove si citano le Opere di Franklin, Paris 1773, T. I, p. 179; e il 3° Volume del mio Corso di Fisica p. 304 e 504.

anche con una rarefazione, ossia con una uscita dalla prima estremità del filo conduttore; e ciò quando un tal filo si mettesse in comunicazione con un corpo elettrizzato in meno; nel qual caso si andrebbe propagando all' innanzi un moto di retrocedimento insino alla seconda estremità; anche qui a somiglianza di un tubo che fosse aperto ad una estremità e a cui dall' altra, col ritirarsi p. e. di uno stantuffo, venisse estratta una certa quantità dell'aria contenuta.

13. A questa maniera si può ottimamente spiegare la grandissima velocità della propagazione dell'elettrico, la quale velocità è per alcuni Fisici una delle ragioni inducenti ad ammettere che un tale elettrico consista in un moto vibratorio. Considerano essi come siano velocissimi il calorico raggiante e la luce, consistenti appunto in moti vibratorii; e così pure, fra i moti della materia pesante, il suono, sì quando questo è propagato nei fluidi aeriformi come quando lo è ne' liquidi e nei solidi. D'altronde non vedrebbero da qual forza naturale potrebbe esser prodotto un sì veloce trasporto di materia, il quale in molti casi dovrebbe oltrepassare in velocità molti milioni di metri al secondo. Però una siffatta velocità non è difficile a concepirsi, quando si tratti, non già di un effettivo trasporto di materia, ma soltanto di una comunicazione di movimento da una porzione di materia ad un' altra, nella maniera poc' anzi esposta. Poichè in questo propagarsi del moto dell'elettrico noi dobbiamo distinguere due diverse velocità.

1ª. La velocità con cui le molecole dell'elettrico si trasportano effettivamente da un luogo a un altro. Il quale trasporto per un medesimo filo conduttore può ora avvenire verso l'innanzi, ossia nella direzione dell' allontanamento dal luogo della forza motrice, ed ora verso l'indietro, ed essere or più veloce ed or più lento. E ciò secondo che l'agente che muove l'elettrico spinge questo all' innanzi o lo ritrae all'indietro (essendo il filo congiunto, p. e, nell'un caso col polo positivo di una pila, nell'altro col polo negativo); e secondo che un tale agente opera con più o con meno energia. In un filo di grossezza non uniforme, può questa velocità variare di grandezza da un luogo all'altro, e in un cor-

po diverso di figura da un filo può anche da uno ad altro luogo variare di direzione. Ma in ogni caso una tale velocità può non essere molto grande e forse non superare quella di pochi metri al minuto secondo. Finora però noi non ne abbiamo alcuna nozione.

2°. La velocità colla quale va successivamente trapassando da uno ad altro luogo il moto o di avanzamento o di retrocedimento. Questa in un medesimo filo è sempre la medesima, comunque diversa sia la intensità della forza operante e diversa perciò la velocità precedentemente considerata di effettivo trasporto delle molecole, e altresì comunque sia diretto questo, all'innanzi cioè o all'indietro. In ambedue i quali casi la detta successiva traslocazione del moto si effettua con una medesima velocità e sempre all'innanzi, ossia nella direzione dello allontanamento dal luogo della forza movente. Può però essa traslocazione del moto essere più o meno celere per altre ragioni; vale a dire, in primo luogo secondo la natura più o meno conduttrice del filo conduttore, la quale poi dipende e dalla natura chimica di esso filo e dalla sua temperatura. In secondo luogo secondo che il filo è solitario o è accompagnato a piccola distanza da qualche altro corpo conduttore in cui si possano eccitare delle induzioni o elettrostatiche o elettrodinamiche, le quali poi vengano a reagire sul filo stesso (1). E pare che possa anche variare di velocità secondo la grossezza del filo medesimo (2). E come avviene dell'aria in un tubo, può una tale propagazione essere assai più veloce che non l'effettivo trasporto. Questa seconda velocità si può effettivamente misurare, e molte volte, come abbiamo detto, si trova grandissima, cioè anche superiore a quella di molti milioni di metri al minuto secondo. Ed è appunto quella che si riguarda come ve-

(1) Faraday ha infatti trovato che in un filo rivestito di gutta-percha e posto in mezzo all'acqua, la corrente si propaga con minore velocità che in un filo isolato in mezzo all'aria; e ciò appunto per le induzioni elettrostatiche eccitate nell'acqua (*Nuovo Cimento*, Maggio 1855, p. 381).

(2) Ciò par provato dalle recenti indagini sulla trasmissione delle correnti nel filo destinato pel Telegrafo sottomarino anglo-americano (*Gazzetta di Milano*, 27 Marzo 1857, p. 298 nell'appendice).

locità dell'elettrico e della quale si trae profitto pei telegrafi.

14. Oltre alla grande velocità, questa trasmissione del moto dell'elettrico ha più altri punti di rassomiglianza coi moti vibratorii, e in particolare con quello a vibrazioni longitudinali. A quel modo medesimo che più successive variate vibrazioni sonore eccitate in un punto di una ordinaria massa aeriforme si vanno le une dopo le altre trasmettendo da una ad altra parte di tale massa, al modo stesso accadendo nel moto dell'elettrico una qualche mutazione, o anche più successive mutazioni a quella delle estremità del filo conduttore nella quale esso moto incomincia, si vanno esse mutazioni di mano in mano trasmettendo e collo stessissimo ordine alle altre parti del filo e da ultimo all'altra estremità, supposto che questa si trovi in buona comunicazione col terreno. Se dopo uno stato di perfetta quiete, incomincia a entrare dalla prima estremità del filo una piccola quantità d'elettrico, abbiamo già detto che si va svegliando successivamente in tutte le parti del filo una corrente all'innanzi. Or questa, se al luogo d'ingresso si mantiene costante per un certo tempo, quindi decresce per un cert'altro tempo, poi cessa, poi si rovescia ec., ella si mantiene pure costante per altrettanto tempo in qualsivoglia altro punto del filo, come anche alla seconda estremità, poi decresce, poi cessa, poi retrocede, cogli stessi intervalli di tempo come al luogo d'origine, posticipandosi però tutte queste vicende ne' punti più e più lontani da essa origine, a norma delle loro distanze da questa.

Può anche una di queste modificazioni cominciare più innanzi e trasmettersi all'indietro. Se, p. e., dopo essersi in un filo conduttore attivata da un certo tempo una corrente uniforme, viene a introdursi in esso filo, a un punto della sua lunghezza alquanto lontano da ambedue le estremità, un'altra corrente data da un altro filo stato messo in comunicazione col primo, la nuova corrente produce non solo un'accelerazione della corrente precedente nella parte ulteriore del detto primo filo, ma altresì un ritardo in essa corrente già avviata o una cessazione o anche un rovesciamento nella

parte anteriore di esso primo filo, secondo che la nuova corrente è più o meno forte rispetto all'antica; e siffatti mutamenti si propagano, allontanandosi dal punto di congiunzione col nuovo filo, l'uno all'innanzi e l'altro all'indietro, entrambi con quella stessa velocità colla quale in esso primo filo si propagò dapprincipio verso l'innanzi la corrente iniziale.

Per un secondo esempio di un tale moto retrogrado, poniamo che una pila a noi vicina abbia il suo polo negativo in comunicazione col terreno e che dal polo positivo parta un lungo filo il quale all'estremità più lontana sia prima tenuto isolato. Se a un dato istante si porrà anche questa seconda estremità in comunicazione col terreno, verrà con ciò a prodursi in tutto il filo una corrente di fluido verso l'innanzi ossia verso il luogo d'uscita, la quale comincerà a manifestarsi alla detta più lontana estremità e andrà mano mano e con grande velocità risvegliandosi negli altri punti indietro insino alla estremità a noi più vicina (1). Se la comunicazione della detta seconda estremità del filo col terreno sarà dapprincipio scarsa, e dopo qualche tempo si farà più libera, la corrente incominciata debole, si andrà nel seguito rinforzando, e il rinforzamento andrà anch'esso successivamente trasmettendosi dalla seconda estremità alla prima. Se alla seconda estremità si interromperà la comunicazione col terreno, incomincerà la corrente a fermarsi a questa estremità e poi gradatamente negli altri punti insino alla prima; alla guisa medesima come quando, movendosi molti vagoni su di una strada ferrata, si viene a fermare quello che è più innanzi, e dopo lui si fermano gradatamente tutti gli altri che lo seguono.

Vi sarebbero adunque diverse analogie fra il moto dell'elettrico e i moti vibratorii longitudinali; però tutte nelle *mutazioni* di quel moto, nessuna nella sua *continuazione*, come passiamo a vedere.

(1) Questo è ciò che venne effettivamente assicurato da Wheatstone in una delle sperienze da lui fatte coi fili del telegrafo elettro-magnetico destinato ad attraversare il mediterraneo (*Archives des Sciences*, Juillet 1855, pag. 246, sperienza 4.ª).

B. ***Discordanze fra i moti vibratorii e i fenomeni elettrici, e difficoltà opponentisi al riguardare questi siccome prodotti da quelli.***

15. Quando una corrente elettrica è già avviata e va continuando senza variazioni, noi non veggiam più in essa alcuna analogia co' moti vibratorii, almeno con quelli finora considerati. E così pure non veggiamo relazione alcuna fra siffatti moti vibratorii e l'elettrico stagnante, sia egli in istato di sovrabbondanza o sia in uno di deficienza. Perocchè ne' moti vibratorii, supposti effettuati con vibrazioni longitudinali come avviene nell'aria pel suono finita che sia una prima vibrazione, p. e. di avanzamento, la materia vibrante viene a retrocedere all'indietro, cominciando la retrocessione a effettuarsi alla sorgente stessa del moto, e trasmettendosi quindi gradatamente alle parti lontane; poi segue una nuova vibrazione di avanzamento, trasmettentesi dietro le due precedenti, e così per migliaja e milioni di volte. All'incontro in una corrente elettrica concepita nel modo da me esposto, dopo che ella fosse arrivata a un qualche punto di un filo conduttore, il moto di avanzamento dell'elettrico proseguirebbe a mantenersi in tale punto anche di poi, arrivando ivi continuamente altre ed altre molecole d'elettrico, sino a che seguitassero a entrar di queste alla prima estremità del filo. E ciò in qualunque punto di esso filo dopo l'istante da che una tale corrente vi fosse incominciata. E quando questa fosse pervenuta alla seconda estremità del filo stesso, e quivi l'elettrico avesse cominciato a passar nel terreno, essa corrente seguiterebbe ancora in ogni punto di un tale filo, con una velocità che dopo un tempo, a parer mio brevissimo, diverrebbe uniforme, e corrisponderebbe in grandezza alla forza spingente esso elettrico e alla somma delle resistenze incontrate, nè cesserebbe che col cessare dell'ingresso dell'elettrico stesso alla prima estremità. Avverrebbe come quando, avendosi una lunghissima canna aperta ad ambedue le estremità, la pressione atmosferica, supposta dapprima dappertutto uniforme, fosse venuta a una delle estre-

mità ad aumentarsi. Comincerebbe ivi a entrare l'aria, e il moto di avanzamento di questa si manifesterebbe successivamente nel tubo prima in una e poi in un'altra sezione trasversale sino alla seconda estremità, alla maniera, come già si disse, della prima vibrazione di avanzamento del suono, e colla velocità stessa con cui si propaga questo. Ma in ogni punto della canna, dall'istante dell'incominciamento del moto in poi, l'aria seguiterebbe a passare innanzi; e arrivato il moto alla seconda estremità verrebbe subito dopo a stabilirsi in tutta la canna un passaggio d'aria di una velocità uniforme, determinata in grandezza questa velocità dalla differenza delle pressioni alle due estremità di essa canna e dalla totale resistenza incontrata da una tale aria nel percorrere la canna medesima. E fino a che durasse quella stessa differenza di pressione, non si avrebbe alcuna variazione, nè accidente alcuno corrispondente a un moto vibratorio.

Minor relazione ancora avrebbero le correnti colle vibrazioni trasversali, non solo mancando in quelle gli alternativi rovesciamenti di moto che si hanno in queste, ma altresì essendo diversa dalle prime alle seconde la direzione del moto primitivo.

16. Queste discordanze però non riguardano, a rigore, che il concetto che noi ci facciamo delle correnti elettriche. Potrebbe taluno, pur concedendo questa discrepanza, opporci che essa non dimostra alcune assurdità nello attribuire tali correnti, e in genere i fenomeni elettrici, a moti vibratorii. Ci porremo dunque a esaminare parecchi di tali fenomeni, e in qual modo i moti vibratorii riescano a spiegarli in confronto delle comuni dottrine.

Lasciando pure che finora non si possa sapere quale delle due dottrine adottate nelle scuole sia la vera, e che alla fine non convenga forse adottarne una nuova da esse diversa, noi sappiamo però che esse comuni dottrine danno spiegazioni comode e facili di un grandissimo numero di fenomeni. Al che sono in vece insufficientissime, come vedremo, le dottrine appoggiate ai moti vibratorii. E precisamente colle dette comuni dottrine, e in particolare con quella di un fluido unico da me per maggior comodo adottata, concependo effettuate la

correnti nel modo da me poc'anzi esposto, noi possiamo dar ragione:

1°. Della grandissima velocità della propagazione dell'elettrico;

2°. Dell'essere possibili in uno stesso filo conduttore due maniere di correnti (in tempi diversi, intendo, non contemporaneamente), l'una di fluido che entra dalla estremità contigua alla causa eccitatrice; e l'altra di fluido che esce dall'estremità medesima, propagantisi, se si voglia, sì l'una che l'altra da questa estremità, verso la opposta;

3°. Del potersi l'elettrico accumulare o diradare in un corpo conduttore, e rimanervi, così diradato o accumulato, per lungo tempo immobile;

4°. Delle attrazioni e ripulsioni elettriche, che si farebbero dipendere dalle forze ammesse da Franklin e da Epino nell'elettrico e nella materia pesante, ciascuno de' quali respingerebbe le proprie parti e attirerebbe le parti dell'altro;

5°. Delle induzioni elettrostatiche, le quali sarebbero conseguenze di tali attrazioni e ripulsioni;

6°. E quindi altresì delle cariche de' coibenti armati; e del potere queste cariche mantenersi, nelle armature ben isolate, per un tempo assai lungo;

7°. Dello aversi due correnti di effetti affatto simili in due fili metallici, diretti entrambi, p. e., da est ad ovest, quando all'un d'essi sia congiunto ad est il polo positivo di una pila, e all'altro sia congiunto ad ovest il polo negativo di un'altra, supposto i fili e le pile perfettamente uguali, e in opportuna comunicazione col terreno.

17. Se alcuno avvertisse che attribuendo i fenomeni elettrici ai moti vibratorii longitudinali di una materia sottile, si viene a semplificare d'assai la somma de' fenomeni naturali, potendosi con ciò i così detti principii imponderabili riferire tutti ai moti vibratorii di diverso genere di uno stesso fluido sottile, ai moti cioè trasversali la luce e il calorico raggiante, e ai moti longitudinali i fenomeni elettrici, io rifletterò che si potrebbe, quando lo si volesse, avere una somigliante semplicità anche col riguardare il fluido elettrico siccome quel fluido o etere dalle cui vibrazioni si ha la lu-

ce e il calorico raggiante. A quel modo che l'aria comune, quando è immobile ci presenta le sue proprietà statiche, p. e. la forza espansiva, il peso e la pressione atmosferica; posta in moto continuo ci dà i venti, sia di impulsione e sia di aspirazione; e posta in moto vibratorio ci dà il suono; così l'etere, quando fosse in istato di quiete, col suo trovarsi accumulato in un corpo oltre a una certa dose e col suo trovarvisi diradato al di sotto della dose medesima, potrebbe presentarci i fenomeni dell'elettricità statica or positiva ed ora negativa; quando fosse in moto continuo ci potrebbe dare le correnti voltaiche; e quando fosse in moto vibratorio trasversale potrebbe darci la luce e il calorico raggiante. E se a taluno sembrasse poco probabile il mancare nell'etere le vibrazioni longitudinali, osserverò in primo luogo che anche nell'aria noi non conosciamo fenomeni provenienti da una classe di vibrazioni, cioè dalle vibrazioni trasversali; in secondo luogo che i sostenitori delle vibrazioni longitudinali dell'etere, lasciano poi inoperosa la presenza dell'etere stesso, sia condensato, sia rarefatto; in fine che i conosciuti moti vibratorii dell'etere sono in prima origine prodotti dalle vibrazioni molecolari de' corpi pesanti, le quali vibrazioni potrebbero per avventura non essere prodotte con sufficiente regolarità ed energia perpendicolarmente alle superficie di questi corpi, come possono esserlo parallelamente alle medesime: forse una variazione di densità dall'uno all'altro degli strati paralleli alle superficie stesse, e una conseguente variazione di elasticità negli strati medesimi, può contrariare la propagazione di esse vibrazioni nelle direzioni perpendicolari a siffatte superficie.

18. Il fatto del lasciarsi il legno attraversar meglio dall'elettrico nella direzione longitudinale che non nella trasversale, riguardato dal Prof. Magrini come favorevole alla dottrina delle vibrazioni, è certamente degno di considerazione, mostrando una rassomiglianza fra l'elettrico e il calorico, il secondo de' quali si propaga esso pure ne' legni con maggiore facilità longitudinalmente che trasversalmente. Non trovo però difficile il conciliare un tal fatto anche colla supposizione della *materialità* dell'elettrico, poichè lo si po-

trebbe derivare da un maggior legame delle molecole del legno nella direzione della loro lunghezza. Da questo maggior legame si ha, come è noto, e una maggiore tenacità di esso legno in una tale direzione e una sua maggiore elasticità e una più facile propagazione delle vibrazioni delle molecole ponderabili, nelle quali vibrazioni consiste appunto il calorico repente che qui si considera. E potrebbe altresì pel medesimo maggior legame riescire più agevole il trascorrimento del fluido produttore de' fenomeni elettrici nella direzione parallela alle fibre legnose che non in una perpendicolare alle medesime; a somiglianza dell'aria, la quale, in una maniera per vero dire molto più grossolana, trapela più facilmente ne' legni al lungo delle lor fibre che attraverso. Per conseguenza, non disconoscendo la forza di questo fatto, non lo trovo però tale da abbattere le conclusioni favorevoli alla dottrina della materialità dell'elettrico e contrarie a quella che il tiene per un moto vibratorio, dateci da tanti altri fatti che abbiamo già esposto e che ci rimangono ancora da esporre.

Fin qui noi abbiamo specialmente considerata la ipotesi da noi difesa, mostrandone i pregi e difendendola dalle obbiezioni. Ci volgeremo ora dall'altro lato, all'ipotesi cioè di un moto vibratorio da noi combattuta; nella quale noi troveremo difficoltà tali, che se non bastano ad abbatterla interamente, la mostrano però, almeno al presente, assai inferiore all'altra.

19. Una prima difficoltà noi l'abbiamo nel vedere che in tutti i moti vibratorii da noi conosciuti, nel moto cioè de' pendoli, nelle vibrazioni sonore, in quelle luminose e calorifiche, non solamente si ha una serie di modificazioni dipendenti dalla diversa ampiezza delle vibrazioni e corrispondenti alla diversa intensità de' fenomeni, ma si hanno altresì delle modificazioni dipendenti dalla diversa frequenza di tali vibrazioni. D'onde abbiamo pe' suoni i diversi gradi di acutezza, per la luce i diversi colori, pel calorico raggiante il termocroismo scoperto dal Melloni. E in ciascuna di tali specie di fenomeni noi abbiamo, relativamente a siffatta frequenza, una serie di infinite gradazioni. Ora niente

di ciò noi osserviamo nelle correnti elettriche, dall'una delle quali all'altra, oltre alla diversa intensità, non abbiamo altra differenza che nella direzione, la quale in uno stesso filo conduttore non presenta che due modi, dell'essere cioè tali correnti dirette per un verso ovvero per il verso opposto.

Può taluno far riflettere che certe correnti elettriche sono più copiose ma meno atte a vincere le resistenze; tali altre meno copiose ma atte a vincere resistenze maggiori; come avviene, p. e., delle correnti *termoelettriche* paragonate colle *idroelettriche*: nel che parrebbe aversi un'altra classe particolare di differenze. Però è da osservare che questa diversità non istà già nelle correnti stesse dopo effettivamente eccitate, ma nelle circostanze che ne determinano la intensità, le quali circostanze sono la *forza elettromotrice* e le *resistenze*. Talora una corrente non soffre nell'apparecchio che la produce, se non una piccola resistenza; e in questo caso anche una piccola forza elettromotrice può dare una corrente assai intensa (così avviene, p. e., delle correnti termoelettriche); e allora ogni piccola nuova resistenza che a questa corrente si opponga, può aumentare in una proporzione notabile la somma totale delle resistenze e cagionare un grande indebolimento. Talora in vece sono assai grandi le resistenze che la corrente soffre nell'apparecchio ove è generata; e allora una nuova resistenza che si aggiunga, non accresce la total somma che in assai piccola proporzione, e l'indebolimento riesce poco sensibile: tal'è il caso di una pila idroelettrica di molte coppie. Ottenuta però che siasi la corrente, e trovato che la sua intensità arriva a un determinato grado, gli effetti da essa prodotti sono sempre quelli che a un tal grado corrispondono, qualunque sia la di lei origine; gli effetti cioè tanto magnetici, che induttivi o calorifici o chimici o fisiologici. Nè in questi si ha variazione se non facendo variare la intensità col far variare o la forza elettromotrice o le resistenze.

20. Vorrebbe taluno come più volte s'è detto, far consistere l'elettrico in vibrazioni longitudinali dell'etere. Ma in qual modo, colla ammissione di tali vibrazioni si può spie-

gare la differenza, anzi la perfetta opposizione di due correnti contrarie? Da due poli fra loro contrarii di due pile ugualmente forti, vicine fra loro ma non comunicanti partono due lunghi fili metallici, seppelliti alle loro più lontane estremità nel terreno. Se si mettono in comunicazione col terreno gli altri due poli di esse pile (e suppongo che fra l'una e l'altra pila si trovi interposto nel terreno un estesissimo diaframma coibente), noi otteniamo nei due fili due correnti che si vanno entrambe propagando a distanze successivamente maggiori dalle pile stesse, e in cui tutti gli effetti, salvo i calorifici, vale a dire gli effetti chimici, i magnetici, gli induttivi, ec. sono perfettamente opposti, semprechè loro si assoggettino corpi simili e similmente collocati. Ora in che consisterà l'opposizione di quelle due correnti, se ambedue consistono in vibrazioni longitudinali di un medesimo fluido, vale a dire in una successione di condensazioni e di rarefazioni di esso, dipartentisi in ambi i fili dai poli delle due pile?

E come all'incontro si spiegherà la somiglianza delle due correnti indicate al n°. 7, del § 16, eccitate cioè in due fili conduttori, diretti entrambi, p. e. da est ad ovest, e all'un de' quali si trovi congiunto ad est il polo positivo di una pila, e all'altro sia congiunto ad ovest il polo negativo di un'altra? Quale modificazione può far sì che una serie di vibrazioni camminanti verso est, si assomigli a una serie di altre camminanti verso ovest?

21. Assai forti difficoltà io trovo altresì nei fenomeni dell'elettricità statica. In che consisterà egli l'essere talvolta un corpo elettrizzato di elettricità vitrea, e l'esserlo talvolta di elettricità resinosa? E per qual ragione nello sfregamento di due corpi o in un'altra operazione qualunque, se noi veggiamo manifestarsi nell'un d'essi corpi una specie di elettricità, veggiamo immancabilmente manifestarsi nell'altro la elettricità contraria? E come possono estinguersi all'istante e compiutamente due ugnali e contrarie cariche in due conduttori, al recar questi al vicendevole contatto? E da che dipenderà lo attrarsi de' corpi contrariamente elettrizzati? E da che il respingersi di quelli elettrizzati similmente? Co-

me può egli avvenire che due corpi dopo elettrizzati, p. e. entrambi di elettricità vitrea, manifestino quella lor ripulsione, senza che nulla di diverso in essi esista da quando non manifestavano quella ripulsione? In qual modo cioè può la stessa materia di prima, col solo essere agitate le sue molecole, aver dato origine a quella ripulsione, sensibile tutto all'intorno a così notabile distanza? E come si può spiegare col mezzo de' moti vibratorii il caricarsi delle bocce di Leida e dei quadri Frankliniani; e il lungo conservarsi dei contrarii stati delle loro armature, specialmente nelle stagioni ben secche? E questi fatti hanno pur tutti nelle comuni teorie, sia d'uno sia di due fluidi, un'assai facile spiegazione.

22. Priestley caricò una volta d'elettrico l'interno di un tubo di vetro, poi il chiuse ermeticamente e il lasciò così chiuso oltre a nove mesi; apertolo poscia, e riempiutolo di pallini di piombo, ne ricevette una forte commozione (1). Come vi si potè mantenere così a lungo la carica, se essa non era che un moto vibratorio? Come avrebbe questo potuto durare per tanto tempo senza trasmettersi alla materia ponderabile contigua e passare poscia col mezzo della medesima all'esterno? Il calorico raggiante che è pure un moto vibratorio dell'etere, si trasmette con tutta facilità alla materia ponderabile, e da questa torna similmente con tutta facilità a trasmettersi all'etere.

Ma ancora più straordinario è il fenomeno delle bolle di Canton (2). Provvide questi delle sottili bolle di vetro, del diametro di circa un pollice e mezzo, unite a stretti tubi della lunghezza di otto a nove pollici, e ne elettrizzò alcune in più e alcune in meno alla maniera delle bocce di Leida (le avrà prima riempiute d'acqua o di qualche limatura metallica, e le avrà quindi caricate dell'una o dell'altra elettricità, tenendone abbracciata colla mano la superficie esterna); quindi le chiuse ermeticamente (fondendo cioè colla lucerna la estremità del tubo). E alcuna di esse tenuta sott'acqua, conservava anche dopo sei anni la proprietà di

(1) *Histoire de l'Electricité*, T. III. p. 441.
(2) *Id.*, T. II. p. 101.

potere, portata dinanzi al fuoco, mostrar l'elettricità di cui era stata caricata internamente. Or come sarebbesi cotanto a lungo mantenuta quell'interna elettricità, se questa non fosse stata che un moto vibratorio dell'etere?

23. L'annullarsi a vicenda delle azioni calorifiche di due correnti opposte, quali sarebbero le correnti indicate dalla *fig.* 16ª, si vorrebbe da alcuni assomigliarlo alla distruzione vicendevole di due luci nel fenomeno delle interferenze. Ha però luogo quest'ultima distruzione allorquando i due raggi luminosi camminano per lo stesso verso, secondo una medesima linea o secondo due linee formanti un angolo piccolissimo e inoltre hanno fra loro le seguenti relazioni, cioè: 1° di essere raggi della stessissima natura, d'essere cioè provenienti dalla stessa sorgente, d'essere costituiti da vibrazioni di una medesima durata ossia d'essere d'un medesimo colore, d'essere entrambi o non polarizzati o polarizzati similmente, talchè le vibrazioni trasversali da cui essi raggi sono costituiti sieno dirette secondo gli stessi azzimutti; 2° di essere ad un dato istante e a un dato luogo delle loro linee in fasi direttamente contrarie, talchè se l'etere in quell'istante e in quel punto cammina in uno de' raggi per un verso, cammini per l'altro nel verso opposto. Perchè in tali casi le forze che sollecitano al moto un medesimo punto dell'etere si distruggono a vicenda. Senza queste condizioni, due raggi che siano pure e ugualmente intensi e comminanti secondo la stessa linea, non si distruggono l'un l'altro, ma talvolta anzi si rinforzano; come si ha nelle frange della diffrazione, le quali sono alternativamente alcune oscure e alcune luminose. Ora, non considerando le altre condizioni necessarie ai raggi luminosi, noi non troviamo che le vibrazioni spettanti, secondo i menzionati Fisici, alle contrarie correnti elettriche in uno stesso filo, possano avere in tutti i punti di questo una generale opposizione di fasi. Se anche in un punto del filo si avessero fasi opposte, sicchè i movimenti dell'etere si venissero ivi a distruggere, non si avrebbe più questa perfetta opposizione in un altro vicino punto al quale arriverebbe prima una data fase spettante all'una delle correnti e arriverebbe dopo la fase opposta spettante al-

l'altra corrente. Se perciò si avrà una distruzione della corrente o di qualche suo effetto in un qualche punto del filo, non si avrà una tale distruzione in molti altri punti, ove invece vi potrà essere un accumulamento. Dalla ipotesi perciò delle vibrazioni non discende minimamente come necessaria la distruzione delle azioni calorifiche di due uguali correnti simultanee.

Dato poi, ma non sì presto conceduto, che per qualche maniera di vibrazioni, ritenute qual causa dell'elettricità, possa aversi in tutta la lunghezza di un filo un effetto analogo alla vicendevole distruzione di due luci, si verrebbe bensì in questo caso ad avere un accordo fra quella maniera di vibrazioni e i fenomeni calorifici, ma non già fra questi e la sussistenza delle correnti contrarie simultanee. Perciocchè la distruzione della luce in alcune delle frange della diffrazione dipende precisamente dal mancar ivi ogni moto dell'etere, sospinto questo per versi contrarii e con forze uguali da moti vibratorii che colà arrivano secondo l'uno e secondo l'altro dei raggi. E perciò quando in tutta la lunghezza di quel filo avvenisse un fenomeno analogo alla distruzione di due luci, si verrebbe in esso ad avere una cessazione di moti vibratorii, una mancanza quindi e non una coesistenza di correnti.

24. Mi si può facilmente rispondere che nelle frange oscure della diffrazione il moto delle molecole dell'etere non si dee riguardare come affatto distrutto, ma solo come momentaneamente sopìto in grazia del contrasto delle opposte azioni, e capace di manifestarsi di nuovo ove queste opposte azioni si vengano a separare l'una dall'altra. Per migliore intelligenza di ciò, indichino B e C (*fig.* 17ª) due strettissime e vicine fessure esistenti in uno stesso piano e perpendicolari al piano della carta, dalle quali passino due raggi di luce semplice, p. e. verde, provenienti da un'altra unica strettissima fessura ovvero da una lente cilindrica di corto foco, la quale, sia disposta anteriormente, a qualche metro di distanza e parallelamente alle dette fessure B e C, ed esposta alla luce solare, con un vetro verde posto o prima o dopo l'ingresso di questa luce. E siano *a*,

b,c,d, de' luoghi ove i due raggi, se fossero ricevuti da una superficie piana parallela al piano delle fessure B e C, presenterebbero, per la diffrazione, delle frange oscure, mentre gli intervalli fra esse lineette *a,b,c,d* presenterebbero delle frange illuminate. È noto che per dar ragione di queste varie frange, noi immaginiamo che ciascuno de' piani rettangolari delle due fessure B e C, sia diviso in un grandissimo numero di liste B',B'',B''', ec. C',C'',C''' ec., anch'esse rettangolari e parallele ai lati maggiori di tali fessure, e che dagli assi di ciascuna di esse liste si diffondano in giro tante onde elementari cilindriche ognuna delle quali arrivi gradatamente colle sue successive fasi a tutte le singole molecole eteree disposte nella superficie piana ove giacciono gli indicati spazii *a,b,c,d*, spingendo queste molecole ora a destra ed ora a sinistra secondo la fase che arriva. Ora per alcune di queste molecole, e precisamente per quelle che esistono negli spazietti *a,b,c,d*, suddetti, la somma delle azioni procedenti dalle onde che partono da B, e la somma delle azioni delle onde partenti da C, operano sempre per versi direttamente contrarii; mentre le prime di queste azioni spingono le dette molecole a sinistra, le seconde le spingono a diritta; e mentre, subito dopo, le prime muovono alla diritta, le seconde muovono a sinistra. E così in essi spazietti l'etere non si muove. All'incontro per le molecole esistenti negli intervalli frapposti ad essi spazietti *a,b,c,d*, le azioni delle onde partenti da B sono continuamente concordi colle azioni delle onde partenti da C, sospingendo insieme esse molecole ora a diritta ed ora a sinistra, e facendole oscillare con forza raddoppiata. E si ha quindi un movimento e perciò una luce. Or bene, se noi tiriamo una retta dal punto di mezzo della fessura C al punto di mezzo di una delle lineette *a,b,c,d*, p. e. a quello della *c*, e quindi prolunghiamo questa retta al di qua di *c*, con essa noi arriviamo in breve a luoghi ove le onde partenti da C non sarebbero più in discordanza di fasi con quelle partenti da B, ma anzi sarebbero con esse in fasi concordi, e dove perciò il raggio proveniente da C e quello proveniente da B non si distruggerebbero a vicenda, ma anzi si ajuterebbero e si rinforzerebbero. E lo stesso è da dire di una retta condotta dal

punto di mezzo di B al punto di mezzo di *c*, e quindi prolungata innanzi, venendo in breve anche su questa retta a trovarsi, al di qua di *c*, un luogo ove le onde partenti da B si ajutano con quelle partenti da C. E in tali luoghi di fasi concordi si ha realmente luce più viva. In conseguenza di che mi si può far osservare, come si è già detto, che il moto dell'etere in *c* non si dee riguardare come estinto, ma bensì come semplicemente sospeso o sopito e ancora virtualmente esistente, e pronto in una distanza maggiore dalle fessure B e C a manifestarsi di nuovo, sì quello spettante all' uno de' raggi e sì quello spettante all' altro.

A questa replica però io trovo di poter dare una buona risposta. Io fo dunque osservare che le molecole di etere esistenti al di qua della superficie *abcd* (nella quale suppongo non esistere alcun corpo opaco) ricevono bensì de' moti che si possono supporre aver origine in B e in C, ma li ricevono per mano delle molecole che esistono nella superficie *abcd* medesima; queste ultime cioè, mediante i loro proprii movimenti danno immediatamente moto a uno strato di altre molecole loro contigue, situate appena al di qua di esse; questo strato ne muove un altro consecutivo esistente subito al di qua del precedente; e così via via indefinitamente. Nella quale trasmissione di moto ogni molecola esistente nella superficie *abcd* può riguardarsi come centro di un' onda che venendo al di qua di essa molecola si allarga continuamente e investe tutte le molecole seguenti, ciascuna delle quali riceve ad ogni istante un più o men forte moto da tutte le molecole esistenti in essa superficie *abcd*, sì da quelle che si trovano ne' luoghi di poca luce, e sì da quelle che si trovano negli intervalli illuminati, partecipando diversamente del moto delle une e di quello delle altre, secondo la vicendevole posizione. Per conseguenza se in alcuni punti del prolungamento della Cc (della retta cioè che unisce i punti di mezzo di C e di *c*) noi abbiamo un' illuminazione, e precisamente un' illuminazione maggiore che quando mancasse la luce che viene da C, noi non dobbiamo attribuire questo soprappiù di illuminazione a que' moti, dovuti alle onde di C, i quali esistessero sopiti nello spazietto *c*, e al di qua di esso si fos-

sero di nuovo svegliati, bensì a moti, dipendenti dalle dette onde vegnenti da C, ma effettivamente esistenti nelle molecole di etere situate ai fianchi di esso spazietto *c*, cioè negli intervalli fra *b* e *c*, fra *c* e *d*, e altrove; dimaniera che se si volessero escludere queste ultime molecole, lasciando operar quelle sole che esistono nello spazietto *c*, coll'interporre p. e., una lamina metallica nel luogo della superficie *abcd* la qual lamina avesse una stretta fessura rettilinea corrispondente al luogo oscuro *c*, ogni illuminazione al di qua della detta superficie *abcd*, anche in que' punti ove le onde partite da B e da C si trovassero in fasi concordanti, verrebbero sensibilmente a cessare (e dico *sensibilmente* per non essere totale la oscurità nel detto spazietto *c*). Trasportando in vece la lamina metallica in guisa che la fessura corrisponda a un intervallo illuminato, si ha al di qua di essa fessura una continuazione della illuminazione. E la sperienza io l'ho fatta e mi è ben riuscita. La luce, proveniente dal sole, entrava orizzontalmente in una camera oscura da una fessura verticale larga circa mezzo millimetro e alta 20, incontrava subito dopo una lastra di vetro verde; alla distanza di metri 3,40 dalla detta fessura trovava una lamina d'ottone con due fessure verticali larghe ciascuna circa un quarto di millimetro e lontane millimetri 1 $\frac{1}{2}$ l'una dall'altra, al di là di questa, alla distanza di altri metri 4,50 alla quale io aveva assai belle frange, io teneva un'altra lamina di ottone con una unica fessura, anch'essa verticale e larga essa pure un quarto di millimetro, cui andava movendo, facendola alternativamente passare per gli spazii illuminati delle frange e per gli oscuri; e alla distanza di altri metri 1,70, uno spazietto in una carta bianca largo qualche millimetro, si presentava alternativamente ora molto ed ora assai poco illuminato, secondo che l'ultima fessura corrispondeva agli spazii illuminati delle frange o a quelli oscuri. Nel prolungamento adunque della retta C*c*, i moti delle onde provenienti da C non sono ripristinati al di qua di *c* da moti appartenenti alle stesse onde e che si trovassero sopiti in *c*, ma bensì da moti, spettanti a quelle onde e posseduti da molecole eteree esistenti ai fianchi di *c*. E lo stesso è da dirsi per riguardo al prolungamento di B*c*. Talchè nello spazietto *c* non vi ha nulla che sia

atto a rimettere il moto nelle molecole eteree al di qua di *c*. Ed ogni moto in *c* dee ritenersi come affatto estinto. Nè può cavarsi da' fenomeni delle interferenze nessun argomento in favore della contemporanea esistenza di correnti opposte in un medesimo filo, come nell' AB della *fig.* 16.

25. Però dopo tutto ciò io confesserò di buon grado esservi de' fenomeni oscuri anche nella ipotesi che l' elettrico sia una sostanza materiale, vogliasi essa semplice o vogliasi duplice. Tali sono i fenomeni elettrodinamici, gli elettromagnetici, la relazione fra il magnetismo e la luce. Ma questi sono ugualmente oscuri anche colla ipotesi de' moti vibratorii. Ed è ben preferibile l' avere della oscurità in questi pochi soltanto, che non l' averne e in questi e in molti altri.

26. Io ammetto che forse siano possibili nell' etere altre maniere di vibrazioni diverse dalle trasversali e diverse dalle longitudinali, e che in genere possano aversi in esso altre maniere di moti. Ma prima di concedere che queste sieno la causa de' fenomeni elettrici, amo che se ne determini la qualità, e che si mostri la loro sufficienza a dar chiara ragione almeno della maggior parte di tali fenomeni. Fino a che non si è giunti allo scoprimento della vera teoria, ed è forza che ci accontentiamo di una qualche ipotesi, egli è necessario, perchè questa sia utile, ch' ella sia *ben determinata in tutti i suoi particolari*, in guisa da poter rispondere in modo netto e preciso tutte le volte che la si interroghi e da poter anticipatamente indicare in maniera ben definita i fatti che debbono avvenire in date circostanze speciali, e che inoltre *ella dia risposte giuste*, e con ciò rappresenti bene i fenomeni conosciuti. Una nuova ipotesi che mancasse di questi pregi non sarebbe degna in alcun modo d'essere messa a paro con quelle che già si usano con tanto profitto nelle scuole, sia di un unico fluido, sia di due fluidi.

In conseguenza di tutto questo, non potendo la dottrina de' moti vibratorii, almeno per ora, servire utilmente alla scienza nel dar ragione de' fenomeni elettrici, io non credo che giovi ammetterla allo scopo di dimostrare possibili le contrarie correnti contemporanee.

Articolo IV. *Della trasmissione contemporanea de' dispacci elettrici immaginata dal sig. Gintl.*

27. Parrà ad alcuno cosa superflua che io m' occupi di questo argomento dopo quello che n' è stato detto da molti ed anche più volte in questo Giornale (1). Ma io il fo per rendere più conosciuta la curiosa circostanza che coll' ingegnoso metodo primamente descritto dal valente sig. Gintl (2), non possono dall'una all'altra stazione aver luogo correnti contrarie simultanee in un medesimo filo, anche secondo l'ipotesi di chi ne ammette la possibilità. E ciò per la ragione che le correnti inviate dall'una e dall'altra delle dette stazioni per determinare i segnali, percorrono entrambe l'interposto filo in una medesima direzione. Il che a coloro che non si sono direttamente occupati della cosa, non è ben noto, avendo anzi servito quest' utile e ingegnoso trovato, a confermare presso molti la credibilità delle combattute correnti contrarie simultanee.

Per migliore intelligenza si consideri la *fig.* 18ª ricavata con qualche insignificante differenza da quelle annesse alla descrizione del Gintl, e nella quale sono indicati in A e in B gli apparecchi disposti alle due stazioni. Nella stazione A si ha in M un pilastrino a piede isolante e a sommità metallica rotondata, sulla quale con opportuni meccanismi viene fatta scorrere una carta *mn* imbevuta di ioduro di potassio; e su questa sta appoggiata la punta di uno stilo S congiunto col lungo filo FG che unisce le due stazioni. Colla stessa sommità metallica del pilastrino sta altresì in comunicazione un tasto T, il quale quando non è premuto fa comunicare un tale pilastrino direttamente

(1) *Nuovo Cimento*, T. I p. 235 (Marzo 1855) T. III. p. 196, (Marzo e Aprile 1856). *Archives des Sciences*, Mars 1856, p. 195 ec.

(2) *Sitzungsberichte* dell'Accademia delle Scienze di Vienna, Dicembre 1854, p. 400 e seg.

Si era già occupato dell' analisi di questo metodo il mio collega Professor Francesco Cattaneo, il qual pure ebbe parte nella discussione sulle opposte correnti simultanee, in seguito alla lettura della Memoria del Professor Magrini. E anzi il presente articolo è in più luoghi dedotto dalla Memoria ancora inedita da lui stesa a questo proposito, e a me gentilmente comunicata.

col terreno, e quando lo si preme stabilisce una tale comunicazione mediante una pila interposta il cui polo positivo guarda il terreno e il negativo è volto al pilastrino suddetto; e questa, quando può operare, cioè allorquando è premuto il tasto e il filo FG si trova all'altra stazione in libera comunicazione col terreno, tende a chiamare fluido elettrico al pilastrino attraverso alla carta dallo stilo S. Un'altra pila P', isolata dal terreno e la cui corrente è rallentata da un reostato W, ha il polo positivo comunicante col pilastrino M suddetto e il negativo collo stilo S; e tenderebbe perciò, quando le fosse concesso di operare da sola, a far passare attraverso alla carta *mn* una corrente opposta a quella della prima pila; della quale perciò quando esse pile operino entrambe e siano di forze opportunamente proporzionate, viene l'azione, rispetto alla carta *mn*, ad essere paralizzata, come può riconoscersi, volendo, mediante un galvanometro inserito fra lo stilo S e i capi del filo FG e del reoforo negativo della P': un secondo tasto T' poi, alzantesi e abbassantesi insieme col T, serve a mettere in azione questa seconda pila P' o a metterla in riposo.

Segue da questa disposizione che tanto nel caso che le due pile, col non premersi dei loro tasti, rimangano inoperose, quanto nel caso che col premersi de' medesimi esse lavorino, sempre chè il filo FG sia all'altra stazione in diretta comunicazione col terreno, la carta non è attraversata da nessuna corrente, poichè o le correnti mancano o le loro azioni si bilanciano a vicenda. Non è però così del filo FG; il quale, quando i tasti sono premuti, viene percorso da una corrente moventesi nella direzione GF. Infatti la pila P chiama allora elettrico dal pilastrino M, il quale ne ritrae dalla pila P' mentre questa, operando come se lo stilo S mancasse, ne chiama dal filo FG; e ne nasce così una corrente nella direzione GFP'WMP, d'una forza corrispondente alla somma delle forze elettromotrici delle due pile, e alle resistenze presentate dalle pile stesse, dal reostato W e dal filo FG continuato fino al terreno all'altra stazione, trascurando come minima la resistenza del terreno medesimo.

Alla seconda stazione vi sono similmente due pile, l'una Π avente il polo negativo in comunicazione col terreno, e il

positivo atto a comunicare, pel premersi del tasto Θ, collo stilo S′ e da questo alla carta $m'n'$ e quindi al pilastrino M′ cui è altresì congiunto il filo FG; l'altra Π′, avente il polo positivo comunicante col pilastrino medesimo, e il polo negativo atto ad esser messo per mezzo del tasto Θ′ in comunicazione col detto stilo S′. Quando il filo FG è alla stazione A in libera comunicazione col terreno e le due pile Π,Π′ della stazione B, pel contemporaneo abbassarsi de' tasti Θ,Θ′, sono messe in azione, tendono queste a far passare dallo stilo due correnti in contraria direzione, ed essendo proporzionate opportunamente le loro forze e le loro resistenze, si bilanciano esse pure l'una l'altra. Talchè, mantenendosi questa diretta comunicazione del filo FG nella stazione A col terreno, non si ha corrente attraverso alla carta $m'n'$, nè quando le dette pile Π,Π′ sono ambedue inoperose, nè quando sono entrambe attive. Però, quando sono attive, il detto filo FG è percorso da una corrente nella direzione GF, la quale venendo dalla pila Π, arriva alla base dello stilo S′, da questa passa alla pila Π′, poi al pilastrino M′, e quindi al filo GF.

Di qui avviene che essendo inattivi entrambi gli apparecchi, le due carte rimangono entrambe senza segnali; stando in attività l'apparecchio in A e inattivo quello in B, non si hanno segnali in A, ma sì in B; stando in attività il solo in B, non si hanno segnali in B, ma bensì in A. E che si avrà quando siano in attività ad un tempo entrambi gli apparecchi? L'effetto sulla carta mn della prima stazione è quello stesso come se, essendo prima in azione il solo apparecchio in A, venisse poscia ad attivarsi anche quello in B. E in questo caso la carta mn rimarrebbe dapprima senza segnali, per lo bilanciarsi dell'azione delle due pile P,P′. Ma di poi, venendo messe in azione anche le pile Π,Π′ e tendendo anche queste a mandare una corrente pel filo GF da B ad A, verrebbe in questo filo ad aumentarsi la corrente da B ad A; e il soprappiù di corrente trovando aperte dopo il filo GF due vie, l'una attraverso alla carta mn e l'altra attraverso alla pila P′, e questa seconda più difficile della prima, passerebbe in molta abbondanza dalla prima via suddetta ossia dalla carta e la tingerebbe. E similmente alla carta $m'n'$ succede quello che avverrebbe quando, dopo aver la-

vorato il solo apparecchio in B, venisse messo in attività anche quello in A. Dapprima lo stilo S' e la carta *m'n'* non avrebbero corrente nè effetto chimico. Di poi sopravvenendo l'azione delle pile P,P' e crescendo la corrente in FG, verrebbe la nuova porzione di essa corrente chiamata in parte dal filo in cui è inserita la pila Π' e altresì in parte, e questa più grande dalla carta *m'n'* e dallo stilo S'. Ed ecco come si ha un effetto anche da questa banda. E così lavorando entrambi gli apparecchi si hanno segnali in ambe le carte. Intanto il filo FG sarà percorso da una doppia corrente nella direzione GF.

In quanto perciò alle applicazioni pratiche, si avranno segnali sulla seconda carta *m'n'* tutte le volte che lavorerà il primo apparecchio, sia o no in azione il secondo. E si avranno segnali sulla prima *mn*, tutte le volte che lavorerà il secondo apparecchio, sia o no in azione il primo. E pel filo FG non passerà nessuna corrente quando nessuno de' due apparecchi sarà in azione; passerà una corrente d'intensità semplice quando lavorerà un solo apparecchio, sia esso il primo o il secondo; e passerà una corrente d'intensità doppia quando lavoreranno entrambi gli apparecchi. Di maniera che, si avranno bensì dispacci trasmessi in direzioni opposte, ma non opposte correnti nel filo che congiunge le due stazioni.

28. Per avere correnti contrarie simultanee, secondo coloro che ne ammettono la possibilità, converrebbe fare una piccola variazione al sistema; cioè disporlo nel modo indicato dalla *fig.* 19, dove alla stazione A si ha la stessa disposizione come poc'anzi per rispetto allo stilo S, ma le due pile P,P' sono disposte contrariamente, e alla stazione B lavorano pel verso di prima le due pile Π,Π' ma è disposto contrariamente lo stilo S'. Con questa nuova disposizione, quando è attivo il solo apparecchio in A, si ha bilanciamento di correnti rispetto alla carta *mn*, corrente nel filo FG nella direzione da F a G, e segnali nella carta *m'n'*. Quando è attivo il solo apparecchio in B, si ha bilanciamento di correnti per la carta *m'n'*, corrente in FG da G ad F, e segnali nella carta *mn*. E quando lavorano entrambi gli apparecchi, si presentano ai due capi del filo FG due correnti che si contrastano a vicenda, nè in esso, secondo l'ipotesi della impossibilità delle contrarie correnti simultanee,

si può aver corrente: e perciò alla stazione A non può passare corrente attraverso alla pila P, e rimane in giro la sola corrente mossa dalla pila P' la quale fa tingere la carta *mn*; e dalla stazione B non può passar corrente attraverso alla pila Π, e rimane in attività la sola pila Π', e questa fa tingere anch' essa la sua carta *m'n'*. Così anche in questa disposizione si hanno segni in A quando lavora l'apparecchio in B e allora soltanto, e segnali in B quando lavora l'apparecchio in A, e soltanto allora; il qual lavoro si fa in ciascuna stazione colla corrente dell'apparecchio dell'altra se questo è il solo che lavora, e colla corrente dell'apparecchio proprio se lavorano entrambi. E che in quest'ultimo caso la cosa avvenga in tal modo, si potrebbe averne una facile prova collo interrompere il filo FG nel tempo che stanno depressi i tasti in ambe le stazioni. Si vedrebbero le due carte *mn*, *m'n'* seguitare a tingersi come prima dell'interruzione (1).

I sostenitori dell'altra ipotesi vedrebbero nel filo FG camminare correnti opposte, allorquando lavorano contemporaneamente i due apparecchi. Prima però che noi accettiamo questo modo di vedere, aspetteremo da essi la riseluzione di tutte le difficoltà che abbiamo più sopra esposte, e fra esse quest'ultima del veder segnate ambe le carte quando stanno premuti tutti i diversi tasti ed è interrotto il filo FG.

(1) Questa prova del seguitare il lavoro interrompendosi il filo fra le due stazioni, venne effettivamente osservata dal Matteucci, come si ha dal T. I. del *Nuovo Cimento*, p. 240.

LISTA DI ALCUNI ERRORI TIPOGRAFICI
scorsi nella stampa della prima Memoria.

				ERRORI	CORREZIONI
T. II. p.	401	lin.	31	aperta	uscente
»		»	35	e	et
»	403	»	1	trasparenti	trascorrenti
»	406	»	30	2	1
»	407	»	17	2	1
»	409	»	9	$r', r'', t^{(1)}, t^{(2)}$	$\alpha, \rho, r', r'', t^{(1)}, t^{(2)}$
»		»	31	$r_{,} + r_{,,}$	$r' + r'' + \rho$
»	410	»	16	*si lasci vuoto un intervallo di due linee*	
»		»	25	seguenti.	seguenti:
»	412	»	3	e	ecc.
»	413	»	37	tutte	tutti
»	414	»	29	$2^{3,8}$	$r^{3,8}$
»	415	»	7	esse	essa
		»	14	vedessero	rendessero
»	416	»	5	congiuntisi	congiungentisi
»	419	»	32	dialtre relative...diverse	di un'altra relativa...diversa
»	420	»	30	*si lasci vuoto un intervallo di due righe*	
»	425	»	16	P	p
		»	18	$\frac{p}{R+\rho}$	$\frac{P}{R+\rho}$
»	427	»	32	*si tolga la lineetta nera*	
»	428	»	38	48	38
»	437	»	11	*si lasci un intervallo di due righe*	
»	438	»	15	dalle	delle
»	439	»	28	qualità	quantità
»	440	»	8	T	R
		»	13	$\frac{1}{2}R+P$	$\frac{1}{2}R+\rho$
»	441	»	4	scorra	scorro
		»	14	A a B	B ad A
		»	30	pACT	pTCA
		»	36	A verso pC	D verso CT
		»	37	A	TC
»	442	»	5	trovava	toccava
»	443	»	29	psdetbap	psdctbap
»	445	»	24	ab, CB e dPSA	cb, CB e DSPA

Figura 4 *si scambi la lettera* b *in* c *e la* c *in* b

» 10 *si rovesci la direzione delle freccie.*

SULLE MATERIE COLORANTI DELLA RUBBIA (*RUBIA TINCTORIUM*), E SOPRA UN NUOVO METODO DI TINTURA DELLE STOFFE A FREDDO; DI ARNAUDON DI TORINO.

Dacchè sono al Laboratorio di chimica della manifattura dei *Gòbelins* ebbi ad occuparmi a più riprese dell' estrazione dell' alizarina o materia colorante della rubbia e dopo aver fatto uso di varii procedimenti, ho cercato di trovare un metodo di preparazione col mezzo dei dissolventi.

Mi era proposto la questione seguente:

Fa d' uopo di rendere solubile l' alizarina contenuta nella rubbia senza aver bisogno di elevare la temperatura al di là di quel grado in cui si possono originare dei prodotti secondarii; fa mestieri di un dissolvente il quale la sciolga senza alterarla sola od associata agli altri principii che l'accompagnano naturalmente, e da' quali si possa in seguito separarla coll' ajuto di altri dissolventi che la tolgano al primo senza iscioglierrvisi e ciò massime nel caso ove non è possibile di volatilizzare quel primo dissolvente; il solfuro di carbonio, la benzina, il cloroformio non possono servire a tale scopo, poichè questi disciolgono è vero più o men bene l'estratto di rubbia ma non è possibile il fare agire successivamente su di essi altro dissolvente che l'acqua, la quale non iscioglie altro che della materia gialla senza toccar quasi alle materie grasse e resinose che vi sono frammiste.

Riflettendo all' analogia della glicerina cogli alcoli ed alla sua insolubilità nell' etere mi venne, è già assai tempo, il pensiero d' impiegarla per isciegliere l' estratto di rubbia e separarne in seguito l' alizarina, ed ecco i risultati che ne ottenni:

L' alizarina come l' estratto alcoolico di rubbia si disciolgono a freddo ma lentamente nella glicerina, a caldo invece la soluzione si fa rapida ed abbondante, il liquido si colora in rosso cremisi intenso; la soluzione ottenuta mediante la glicerina e l' estratto alcoolico di rubbia non lascia deporre nulla per raffreddamento nè coll' aggiunta dell' acqua;

al contrario la soluzione glicerica d'alizarina depone dei fiocchi rossi allorchè la si allunga un poco con acqua.

La soluzione glicerina dell'estratto alcoolico di rubbia messa a contatto coll'etere la colora in giallo d'oro, la stessa cosa succede col solfuro di carbonio ma questa soluzione eterea che da principio supponevo dover essere la materia gialla riteneva pure dell'alizarina poichè sottomessa all'evaporazione, poi esposta all'azione della luce solare ed all'aria si colorò in rosso.

Lo studio di questi fenomeni che prenderò altra volta ad esame, mi condussero alla applicazione della glicerina per tintura a freddo delle stoffe sia unita che localizzata servendomi dei preparati commerciali della rubbia.

E per abbreviare darò di subito la descrizione di un saggio comparativo fatto con e senza l'intervento della glicerina, le altre circostanze restando eguali siccome si vedrà in appresso.

Ho cominciato per preparare un estratto trattando a caldo della *garanzina* con alcool ordinario e dopo di avere evaporato e seccato, ne pesai un mezzo grammo che ho sciolto a bagno maria a 80 gradi circa in 20 cent. cubici di glicerina, e dopo il raffreddamento li ho incorporati in 120 cent. cub. d'acqua fredda; d'un'altra parte ho pesato eziandio un mezzo grammo d'estratto che ho messo in 120 cent. cub. d'acqua usando le stesse diligenze impiegate per la glicerina; i due liquidi col loro sedimento, essendo egualmente raffreddati alla temperatura ordinaria, ho introdotto in ciascuno una piccola matassa di lana del peso di due grammi, la quale era stata digrassata colla calce, poi lavata coll'acido cloridrico dilungato e risciacquata in ultimo con acqua pura, poi bollita nella preparazione seguente; per 100 parti di lana si è fatto uso di

30 parti di allume.
8 parti di cremor di tartaro.

Dopo due ore di ebollizione levata la lana dal bagno, spremutala e avviluppata d'una tela bagnata fu lasciata un giorno

su mordente in quello stato di umidità. Dopo qualche minuto d'immersione nei due bagni di tintura all'estratto di robbia della lana così preparata si osservò che nella soluzione glicerica aveva già preso un bel color roseo, e nell'altra era appena d'un bianco sporco; dopo sei ore vennero ritirate dai bagni rispettivi, sciacquate ben bene e seccate; la prima risultò d'un bel colore scarlatto somigliante a quello dei pantaloni degli uffiziali della truppa francese, l'altro in cui non v'era la glicerina era d'un colore giallo ranciato; nelli stessi bagni un'egual quantità di lana si tinse ancora pressochè egualmente. Un'altra esperienza comparativa non più colla lana, ma con tela di cotone sulla quale si erano impressi disegni con mordenti di ferro e di allumina, diede dei resultati analoghi; nella soluzione glicerica di rubbia i disegni apparirono in bel violetto in bruno, roseo, ed in rosso, nell'altra i bruni soli divennero apparenti.

Intanto il bagno di glicerina che era intensamente colorato in rosso cremisi prima della tintura e ora solo colorato in giallo, questo bagno venne evaporato e la glicerina rimasta potè servire ad un'altra operazione e così di seguito finchè divenne troppo carica di materia gialla; a tal punto la filtrai per carbone animale che la scolorò quasi completamente e potei quindi ricominciare nuovamente aggiungendo solo un po' di glicerina per sostituire quel tanto che si perdè nelle lavature ed altre manipolazioni.

Avevo sperato di potere applicare sì fatto sistema alla tintura coll'indaco, ma le esperienze istituite in proposito rimasero senza successo; mi è riescito meglio col verde della China o lokao, colore ora sì in voga e che i chinesi estraggono com'è noto dal *rhamnus chlorosorus*, e dal *rhamnus utilis*.

Ebbi pure dei buoni risultati applicandola all'acido picrico per ottenere delle magnifiche tinture in giallo ed in verde coll'aggiunta dell'indaco.

Parigi 20 Luglio 1857.



ALCUNE OSSERVAZIONI CHIMICO-MICROSCOPICHE SUL LATTE; DI PIETRO PIAZZA DI PARMA.

È quistione ancora agitata e controversa se le gocciole oleose del latte siano o no provviste di un involucro proprio o membrana proteifora. Le ragioni addotte da coloro che ne ammettono la vera forma cellulare sono abbastanza rigorose perchè un tale concetto fosse dalla scienza definitivamente accettato e per molto tempo, tanto più che la forma cellulare essendo costante ed estesa nell'organogenìa vegetale ciò ha servito di molto appoggio alla detta teoria. I fatti più importanti da cui parte questa teoria cellulare delle gocciole del latte si riassumono ai seguenti: 1° La forma circolare a cercine oscuro e ben marcato. 2° La scomparsa della forma cellulare sotto il trattamento dell'acido acetico. 3° Il rimanere intatti i pretesi globuli anche sotto l'influenza dell'etere vinico. 4° La scomparsa nel latte dello stato d'emulzione se, previo trattamento di questo colle soluzioni concentrate alcaline, si mescoli in seguito coll'etere vinico. Intanto però dietro studj microscopici posteriori essendosi osservato che gli elementi anatomici propriamente detti presentano sempre qualche cosa di costante nelle loro dimensioni, si vedeva perciò nell'incostanza e variabilità grandissima del volume che sotto il microscopio presentano le varie gocciole del latte un fatto che anzichè avvalorare infirmava più che altro l'ammissione dei globuli lattei; oltre di che s'è fatto osservare che molte di queste goccie oleose quando vengono compresse sotto il microscopio si riuniscono con altre formandone delle più voluminose, mentrechè, cessando la pressione si tornano queste a dividere riprendendo per la maggior parte i caratteri microscopici di prima; e perciò se ne traeva che nel concetto di una vera cellula questo non avrebbe potuto aver luogo giacchè una volta rotto l'involucro il contenuto non si può più ricomporre alla forma microscopica di prima. Intanto però con queste sole deduzioni tratte da caratteri di generalità microscopiche non si veniva

per niente a distruggere l'importanza dedotta dai risultati ottenuti sul latte dietro l'azione dell'acido acetico, dell'etere solo e dell'etere previo il trattamento alcalino. Ora siccome in una quistione scientifica non ancora decisa le argomentazioni tratte da analogie le più possibilmente estese valgono viepiù a schiarirci nell'oscurità del problema, egli è così ch'io, senza pretesa di sciogliere definitivamente la quistione, ho creduto non inopportuno l'esporre alcune risultanze ottenute da liquidi privi affatto di sostanze proteifere e rispondenti col più significante parallelismo a quelle ottenute dal vero latte.

Studiando i caratteri d'ordine chimico-fisiologico dei varii componenti del sangue tentai darmi ragione della presenza e dell'ufficio degli acidi grassi che nel sangue si trovano allo stato di saponi alcalini, mentrechè negli alimenti le sostanze grasse si trovano allo stato neutro. Fu per tale scopo che mi riescì a constatare come una soluzione acquosa di sapone abbia anche in ben piccola quantità il potere di emulsionarne una forte di grasso; per verificare il qual fatto basta prendere circa parti uguali di olio ed acqua ed aggiungervi alcune gocce di soluzione ordinaria di sapone e di agitare quindi la massa, perchè all'istante si riscontri un emulsionamento così omogeneo ed intenso da effettuare la forma la più apparente del latte. Quest'esperienza mi fu suggerita dall'altra citata dal Matteucci per spiegare l'azione emulsionante determinata dal succo pancreatico sulle sostanze grasse. Ora dai risultati ottenuti io ne traeva che certo i saponi alcalini nel sangue devono arrecare il vantaggio di favorire meglio l'emulsionamento o divisione delle sostanze grasse che in forte quantità si versano entro il sangue nel periodo della digestione determinandone così quell'aspetto più o meno opalescente d'ordinario conosciuto sotto il nome *di sangue opalino o sangue latteo*.

Intanto considerando io che le soluzioni di saponi alcalini vengono decomposte dagli acidi e che sono quasi insolubili nell'etere vinico, ne argomentavo che, ove sotto il microscopio la detta emulsione artificiale presentasse le stesse apparenze del latte, si dovessero per ciò anche ottenere

pari risultanze microscopiche ottenute col latte sotto l'azione dell'acido acetico, dell'etere ec., le quali servirono già ad appoggiare il concetto d'una vera forma cellulare delle gocciole grasse del latte, epperciò mi son valso di questa emulsione artificiale anche per istudiare dal lato chimico il detto liquido animale. Ora dietro ciò mi sono accinto all'ispezione microscopica ed ho osservato che nell'emulsione artificiale le gocciole oleose presentavano una forma quasi uguale a quella del latte, ossia dei globuli sferici a cercine ben marcato provvisti al centro di granulazioni ed anch'essi più o meno varianti nella dimensione, ed inoltre nei più piccoli si osserva marcatissimo, come nel latte, il moto Browniano, e di più ancora sotto la compressione temporanea mi hanno dato risultanze microscopiche analoghe a quelle ottenute col latte.

Riscontrata la pressochè uguaglianza nei caratteri microscopici fra il latte e l'emulsione artificiale son passato a trattare quest'ultima coll'acido acetico, coll'etere solo e coll'etere successivamente alla potassa in soluzione concentrata, e dietro ciò ho ottenuto quanto avevo previsto che cioè: 1° Coll'acido acetico i globuli si sciolgono completamente: 2° Che coll'etere si osservano, come nel latte, rimanere intatte ben molte goccie oleose scomparendone altre: 3° Che dietro l'azione successiva dell'alcali e dell'etere il liquido ha perduto l'aspetto d'emulsione e s'è fatto limpido come nel caso del latte. Ora dietro tali concludenti analogie considerando io che, siccome nel latte avvi la presenza contemporanea dell'alcali minerale e della sostanza grassa vi deve anche essere formazione di saponi alcalini, così credo doversi attribuire l'emulsionamento naturale della sostanza grassa più che ad altro all'azione dei saponi alcalini che certo devono trovarsi nel latte appunto per la presenza contemporanea delle condizioni più essenziali alla formazione dei saponi, alcali, cioè, e grasso saponificabile e che perciò: 1°. Quando si tratta il latte coll'acido acetico ne debba scomparire l'apparenza globulare perchè quest'acido decomponendo il sapone alcalino come fa sull'emulsione artificiale deve distruggere l'assettamento globulare del grasso formando così un acetato so-

lubile, lasciando in libertà l'acido grasso e distruggendo per tal modo il mezzo emulsionante: 2.° Che coll'etere debba rimanere per la maggior parte intatta la forma globulare delle gocciole perchè l'etere non potendo sciogliere il mezzo emulsionante e questo interponendosi fra l'etere e la sostanza grassa ne impedisce la soluzione eterea di quest'ultima e perciò, restando intatti i componenti essenziali dell'emulsione questa pure si mantiene inalterata ne' suoi caratteri microscopici: 3.° Finalmente che col trattamento successivo dell'alcali e dell'etere l'alcali scioglierà la caseina, ma per quanto risguarda direttamente l'emulsione desso saponificherà il resto della sostanza grassa emulsionata, per modo che quest'ultima essendo tutta ridotta a sapone alcalino così resterà sciolta nell'acqua dell'emulsione artificiale o del latte, e per ciò venendo distrutto un elemento dell'emulsione, ossia il principio grasso neutro, dovrà anche farsi limpida la massa la quale si dividerà in due strati uno inferiore acquoso e l'altro superiore etereo. Nè d'altra parte, nella vista della teoria cellulare delle gocciole grasse del latte, mi sembra potersi ritenere che nel caso dell'emulsione artificiale faccia il sapone da membrana involgente come lo fa nella formazione *delle così dette bolle di sapone*, giacchè, siccome in microscopìa si ammette che la forma propria d'un elemento anatomico qualunque non può sussistere in mezzo ad un veicolo che ne sciolga l'involucro, così nel caso dell'emulsione artificiale, trovandosi le goccie oleose in presenza dell'acqua, questa ne dovrebbe sciogliere il rispettivo involucro saponaceo ove realmente esistesse: Di più sapendo ancora che trattando i pretesi globuli del latte nella loro forma integra coi reattivi proprii delle sostanze proteifere non si è mai giunti ad ottenere su di essi la reazione caratteristica di queste, così da tutto ciò ne traggo in ultimo: che siccome risultanze microscopiche uguali a quelle ottenute col latte si ponno del pari conseguire anche coll'indicata emulsione artificiale, ove siam certi della mancanza d'ogni elemento albuminoide, così le goccie oleose del latte siano sprovviste d'involucro proteifero e costituite da aggregazioni di materia grassa tenuta in sospensione od emul-

sionata per la presenza dei saponi alcalini del latte e perciò diviso in varie gocciole circolari limitate da un cercine, oscuro dipendente, come risulta da molti altri fatti analoghi, dalla diversa refrazione della luce che avviene fra il centro e la periferìa nei corpi a superficie circolare: Di più una tale veduta mi sembra meglio in armonìa col modo di disposizione del grasso sia negli umori che nei tessuti, giacchè si trova senza involucro speciale nel plasma dei primi (sangue, linfa, chilo), e nella sostanza intercellulare e nello spessore degli elementi anatomici dei secondi; e per riguardo poi *alle vessichette adipose* si avrebbe non una sola goccia entro involucro proprio, ma un ammasso di molte raccolte entro cisti particolari dal cui aggregamento si ha il tessuto adiposo.



SULLE COMBINAZIONI FORMATE TRA LA GLICERINA E GLI ACIDI CLORIDRICO, BROMIDRICO ED ACETICO; MEMORIA DEI SIGNORI BERTHELOT E DE LUCA.

Nel presente lavoro ci siamo proposti di studiare un certo numero di combinazioni doppie e triple che risultano dall'unione simultanea di un solo equivalente di glicerina con due od anche tre acidi differenti: questi composti complessi sono tanto più interessanti, inquantochè i loro analoghi si ritrovano nello studio de' corpi grassi naturali.

Le combinazioni di quest'ordine sono facili a produrre, mentre esse prendono origine, in modo presso a poco costante, quando si fanno agire simultaneamente molti acidi sulla glicerina; ma la loro purificazione presenta in generale grandi difficoltà, a causa della loro natura fissa e del loro stato liquido. Quindi è che abbiamo dovuto ricorrere agli acidi che formano con la glicerina composti volatili senza decomposizione e perciò suscettibili di purificazione, ed abbiamo per tali motivi scelto gli acidi cloridrico, ed acetico. I risultamenti da

noi ottenuti, completano lo studio delle combinazioni gliceriche, considerate come risultanti da un alcole triatomico, e costituiscono il tipo più completo e più generale di composti formati da tre acidi combinati isolatamente, due a due, ovvero tre a tre, con la glicerina.

I. *Combinazioni doppie formate dall'unione della glicerina con gli acidi cloridrico e bromidrico.*

La glicerina trattata col bromuro di fosforo dà origine alla dibromidrina, formata da un equivalente di glicerina e da due equivalenti di acido bromidrico con eliminazione di quattro equivalenti di acqua:



$$C^6H^6Br^2O^2 = C^6H^8O^6 + 2HBr - 4HO.$$

La dibromidrina trattata col perbromuro di fosforo, subisce una reazione analoga e si cangia in tribromidrina:



$$C^6H^5Br^3 = C^6H^8O^6 + 3HBr - 6HO.$$

Questo composto può considerarsi come della dibromidrina unita ad un equivalente di acido bromidrico con separazione di due equivalenti di acqua:



$$C^6H^5Br^3 = C^6H^6Br^2O^2 + HBr - 2HO.$$

Questi fatti da noi segnalati, è già un anno, ci hanno servito di punto di partenza nel presente lavoro.

Infatti la dibromidrina trattata col percloruro di fosforo, subisce una reazione analoga, però essa si unisce non all'acido bromidrico, ma all'acido cloridrico e forma della *cloridrodibromidrina*: $C^6H^5Br^2Cl = C^6H^6Br^2O^2 + HCl - 2HO$, composto formato dall'unione di un'equivalente di glicerina con un equivalente di acido cloridrico, due equivalenti di acido bromidrico con separazione di 6 equivalenti di acqua:



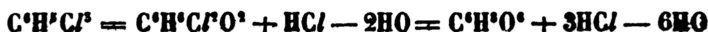
$$C^6H^5Br^2Cl = C^6H^8O^6 + 2HBr + HCl - 6HO.$$

Come la tribromidrina $C^6H^5Br^3$ è isomera ma non identica col bromuro di propilene bromato $C^6H^5Br.Br^2$ il composto precedente è isomero col bromuro di propilene clorato, $C^6H^5Cl.Br^2$.

La cloridrobromidrina è un liquido pesante, neutro volatile verso 200°, solubile nell'alcole e nell'etere; trattata a 100° coll'ossido di argento umido, rigenera lentamente la glicerina.

La dicloridrina trattata col perbromuro di fosforo forma un composto analogo al precedente, la *bromidrodicloridrina:*
$C^6H^5Cl^2Br = C^6H^6Cl^2O^2 + HBr - 2HO = C^6H^8O^6 + 2HCl + HBr - 6HO$.
Questo corpo è isomero col cloruro di propilene bromato $C^6H^5Br.Cl^2$ ed è un liquido pesante, neutro, volatile verso 176°, solubile nell'alcole e nell'etere, e trattato a 100° coll'ossido di argento, rigenera lentamente la glicerina.

La dicloridrina poi trattata col percloruro di fosforo produce la *tricloridrina*.



$$C^6H^5Cl^3 = C^6H^6Cl^2O^2 + HCl - 2HO = C^6H^8O^6 + 3HCl - 6HO$$

Questo corpo è isomero col clururo di propilene clorato $C^6H^5Cl.Cl^2$, ed è un liquido neutro, abbastanza stabile e volatile verso 155°.

Nella preparazione della tricloridrina e della dicloridrobromidrina si produce in piccola quantità un liquido particolare esente d'ossigeno volatile verso 120°, ed è l'*epidicloridrina*, $C^6H^4Cl^2$:



$$C^6H^4Cl^2 = C^6H^8O^6 + 2HCl - 6HO.$$

Questo composto è isomero col propilene biclorato, e le reazioni ch'esso presenta rispetto alle altre cloridrine sono molto rimarchevoli: invero, esso differisce dalla dicloridrina $C^6H^6Cl^2O^2$ per soli due equivalenti di acqua, $C^6H^4Cl^2 = C^6H^6Cl^2O^2 - 2HO$; la stessa differenza esiste tra l'epicloridrina, $C^6H^5ClO^2$, e la monocloridrina, $C^6H^7ClO^4$: $C^6H^5ClO^2 = C^6H^7ClO^4 - 2HO$.

Inoltre è da assumere che l'epidicloridrina non è altra cosa che la tricloridrina che ha perduto un equivalente di acido cloridrico: $C^6H^4Cl^2 = C^6H^5Cl^3 - HCl$.

La tricloridrina essendo neutra, la epidicloridrina lo deve essere necessariamente. L'epidicloridrina presenta rispetto all'epicloridrina, le stesse relazioni ch'esistono tra un etere clo-

ridrico ed il suo alcole, mentre la sua formula deriva dalla fissazione di un' equivalente di acido cloridrico e dall'eliminazione di due equivalenti di acqua:



$$C^6H^4Cl^2 = C^6H^5ClO^2 + HCl - 2HO.$$

L'epidicloridrina e l'epicloridrina sono soprattutto rimarchevoli in ciò che nella loro formazione gli equivalenti di acqua eliminati non sono più agli equivalenti di acido fissati nel rapporto di 2:1, qual rapporto è normale nelle 3 serie principali. Però queste due nuove cloridrine hanno anch'esse l'attitudine caratteristica di rigenerare la glicerina sotto l'influenza degli alcali o dell'ossido di argento.

La rigenerazione della glicerina per mezzo de' composti precedenti che son tutti esenti di ossigeno ed isomeri co' derivati clorati e bromati d'un carburo d'idrogeno, è degna di osservazione. Da essa si possono trarre talune considerazioni interessanti sulle analogie e sulle differenze che possono esistere tra le reazioni de' composti isomeri. Ed infatti noi abbiamo pubblicato nell'anno decorso 1856 il primo esempio di una tale riproduzione della glicerina, per mezzo di un composto tribromato analogo a' precedenti ed egualmente esente di ossigeno, cioè la tribromidrina $C^6H^5Br^3$, isomero del bromuro di propilene bromato, $C^6H^5BrBr^2$.

L'esistenza e le proprietà della tribromidrina interamente conformi alla teoria generale de' composti glicerini, conduceva a ricercare se diversi corpi aventi la stessa composizione fossero egualmente atti a trasformarsi in glicerina. Del resto, ecco talune esperienze dirette in questo senso: il composto ottenuto da Wurtz si prepara trattando la glicerina coll'ioduro di fosforo, poi attaccando per mezzo del bromo l'etere allileiodidrico prodotto: sottomesso all'azione de' sali di argento, esso rigenera la glicerina per mezzo della quale si era già preparato.

Malgrado l'interesse che presenta una tale sperienza e l'analogia con quella che noi avevamo realizzato con la tribromidrina, essa non dimostra la trasformazione del bromuro di propilene bromato in glicerina, trasformazione che Wurtz ave-

va creduto di realizzare. Infatti il composto sul quale egli ha operato non è identico col bromuro di propilene bromato, da lungo tempo conosciuto, ma esso è un nuovo isomero della tribromidrina alla quale si avvicina non solo per le sue reazioni, ma benanco per la sua origine. Noi lo indicheremo, per abbreviare, col nome d'*isotribromidrina*. Essa si distingue dal bromuro di propilene bromato non solo per le sue proprietà fisiche, ma ancora per le sue reazioni; bolle a 217°, mentre il bromuro di propilene bromato bolle a 192, cioè 25° più basso, secondo le indicazioni di Cahours, il quale pel primo ha preparata questa sostanza, e sulla quale abbiamo verificato tutte le proprietà dallo stesso indicate. Inoltre l'isotribromidrina sottomessa all' azione di sali di argento rigenera la glicerina, mentre la stessa sperienza tentata col suo isomero, il bromuro di propilene bromato, non ci ha fornito glicerina in quantità dosabile. Noi abbiamo operato sopra 100 grammi di bromuro di propilene bromato (preparato col propilene che risulta dalla decomposizione dell'alcole amilico per mezzo del calore) e sopra una proporzione equivalente di butirato di argento: il tutto mescolato all'acido butirico è stato riscaldato a 130 gradi per 4 giorni consecutivi ed ha fornito come prodotto principale del propilene bibromato, $C^6H^6Br^2$. Dopo una serie di trattamenti diretti in modo a non lasciar perdere la minima traccia della glicerina che avrebbe potuto trovarsi rigenerata, si è solamente ottenuto $0^{gr},2$ di un estratto sciropposo e deliquescente, carico di sostanze saline, e che non ha offerto i caratteri della glicerina. Questi risultamenti mettono una differenza essenziale tra i tre composti isomeri, la tribromidrina, l'isotribromidrina ed il bromuro di propilene bromato. Giusta le nostre sperienze i due derivati della glicerina sono atti a rigenerarla.

Le osservazioni che precedono, mostrano nettamente una delle principali difficoltà relative alle quistioni di sintesi, ed essa risiede precisamente in queste dilicate relazioni d'isomeria, spesso sconosciute da quelli che seguono un sistema teorico, veggono i corpi attraverso la loro formula e pensano trovarvi tutto il segreto della loro costituzione.

Al punto di vista delle relazioni d'isomeria precedentemen-

te indicate, ci è sembrato interessante di esaminare comparativamente l'azione del sodio sulla tricloridrina e sopra i due isomeri della tribromidrina.

La tricloridrina, riscaldata col sodio, perde il cloro e produce dell'allile.



$$C^6H^5Cl^3 + 3Na = C^6H^5 + 3NaCl.$$

L'isotribromidrina è facilmente attaccata dal sodio, ma è molto difficile di eliminare tutto il bromo che contiene. Però dopo ripetuti trattamenti col sodio, siamo riusciti ad ottenere, fra gli altri prodotti, una piccola quantità di allile. Questo carattere ravvicina ancora di più l'isotribromidrina alla tricloridrina. Al contrario il bromuro di propilene bromato, per l'azione del sodio, ha fornito, non dell'allile, ma del propilene bibromato, $C^6H^4Br^2$. Tutto ciò si accorda con le differenze da noi segnalate fra le reazioni di questo corpo e quelle de' composti isomeri.

La trasformazione della tricloridrina, $C^6H^5Cl^3$, in allile, C^6H^5, ravvicina il primo corpo al bromuro di allile, $C^6H^5Br^2$, e all' etere allileiodidrico, C^6H^5I: mentre tutti e tre trattati col sodio generano dell'allile. Ma fra le tre categorie delle combinazioni di cui questi corpi rappresentano i tipi, una sola può essere rigenerata dall'azione diretta de' corpi aloidi sull'allile, ed è quella che comprende il bromuro di allile. Essa è dunque la sola per la quale la sintesi conferma i risultamenti dell'analisi e la sola nella quale possa ammettersi la preesistenza reale dell'allile.

Mentre che la tricloridrina, l'isotribromidrina ed il bromuro di propilene bromato si distinguono gli uni dagli altri per l'azione dei sali di argento e per quella del sodio; i tre composti trattati cogli agenti di sostituzione inversa danno origine agli stessi prodotti. Infatti, riscaldati alla temperatura di 275° in presenza dell'acqua dell'ioduro di potassio e del rame, tutti tre producono del propilene, C^6H^6, e dell'idruro di propile C^6H^8. Il propilene forma quindi il legame comune di tutti questi composti, conformemente alle relazioni da noi stabilite, son già due anni, tra il propilene e la glicerina.

Se si paragonano i quattro nuovi composti or ora da noi

menzionati con le combinazioni di già conosciute che la glicerina può formare cogli idracidi, si è condotto a fare sulle proprietà fisiche e chimiche di tutti questi composti, talune osservazioni le quali non sono senza interesse per la scienza.

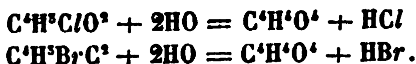
Infatti le principali cloridrine e bromidrine, già descritte, sono al numero di 7 cioè, la monocloridrina, $C^6H^7ClO^4$; la dicloridrina, $C^6H^6Cl^2O^2$; l'epicloridrina, $C^6H^5ClO^2$; la monobromidrina, $C^6H^7BrO^4$; la dibromidrina, $C^6H^6Br^2O^2$; l'epibromidrina, $C^6H^5BrO^2$; e la tribromidrina, $C^6H^5Br^3$: tutti questi composti trattati cogli alcoli rigenerano facilmente la glicerina; i loro punti di ebollizione sono tali che possono dedursi approssimativamente, sia gli uni dagli altri, sia da quello della glicerina per mezzo di relazioni analoghe a quelle che esistono tra gli eteri cloridrico e bromidrico e l'alcole. Ora i quattro nuovi composti glicerici, la tricloridrina, $C^6H^5Cl^3$, volatile verso 155°; la cloridrodibromidrina, $C^6H^5Br^2Cl$, volatile verso 200°; la bromidrodicloridrina, $C^6H^5Cl^2Br$, volatile verso 176°; e l'epidicloridrina, $C^6H^4Cl^2$, volatile verso 120°, presentano delle relazioni analoghe tra' loro punti di ebollizione rispettivi. Ma simili relazioni di analogia non si verificano più se si paragonano sia alla glicerina sia a' sette composti precedenti: ed invero, la bromidrodicloridrina, $C^6H^5Cl^2Br$, ha presso a poco lo stesso punto di ebollizione della tribromidrina, $C^6H^5Br^3$, mentre che la presenza di due equivalenti di cloro invece di due equivalenti di bromo avrebbe dovuto aumentare naturalmente la volatilità del primo composto. Così pure, la cloridrodibromidrina, $C^6H^5Br^2Cl$, bolle a circa 20° al di sopra della tribromidrina, $C^6H^5Br^3$, mentre che il contrario sarebbe stato più probabile. A buon conto, i punti di ebollizione de' quattro nuovi composti sono situati da 30 a 40 gradi più alti de' punti calcolati per mezzo delle analogie ordinarie. A queste anomalie fisiche corrisponde una differenza naturale nelle proprietà chimiche: i quattro nuovi composti sono veramente neutri, molto più stabili relativamente agli alcali, e molto più difficile a trasformare in glicerina che le 7 combinazioni indicate.

Le combinazioni della glicerina con gli idracidi sembrano dunque appartenere a due categorie distinte; i termini dell'una analoghi fra essi, si allontanano in certo modo da' termini del-

l'altra e presentano uno stato molecolare alquanto diverso, come si rileva dalla diversità delle loro proprietà fisiche e dalle loro reazioni. Sotto questo punto di veduta l'isotribromidrina si avvicina alle quattro nuove combinazioni gliceriche, mentre la sua stabilità, le sue reazioni come pure il suo punto di ebollizione si accordano sufficientemente con le proprietà di questi corpi e particolarmente con quelle della cloridrodibromidrina. Le due tribromidrine isomere sembrano dunque corrispondere rispettivamente a due categorie formate dalla combinazione della glicerina con gl'idracidi.

II. *Combinazioni complesse formate dall'azione della glicerina con gli acidi cloridrico, bromidrico e acetico.*

Dopo molti saggi tentati nello scopo di formare molti composti complessi per mezzo della reazione successiva di due o di tre acidi distinti sulla glicerina, siamo stati condotti, onde evitare la formazione di miscugli troppo complicati a fare agire gli acidi poliatomici simultaneamente ed allo stato nascente. Gli acidi precedenti si producono in proporzioni equivalenti ed a spese della glicerina stessa trattando questo corpo per mezzo di cloruro e bromuro acetico. Si sa che questi ultimi composti trattati coll'acqua rigenerano gli acidi acetico e cloridrico o bromidrico:



$$C^4H^3ClO^2 + 2HO = C^4H^4O^4 + HCl$$
$$C^4H^3BrC^2 + 2HO = C^4H^4O^4 + HBr.$$

La reazione di questi corpi sulla glicerina, anche a freddo, è estremamente violenta, ma si arriva a moderarla operando ad una bassa temperatura e facendo il miscuglio per piccole porzioni. Trattando la glicerina pura o mescolata di acido acetico col cloruro o col bromuro di acetile abbiamo ottenuto le seguenti combinazioni:

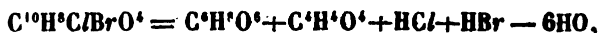
L'*aceto di clorid.* $C^{10}H^8Cl^2O^4 = C^6H^8O^6 + C^4H^4O^4 + 2HCl - 6HO$ composto neutro volatile verso 205°, decomponibile dalla barite con rigenerazione di glicerina; e dall'alcole e l'acido idroclorico con formazione di etere acetico.

L'*acetocloridrina* $C^{10}H^{9}ClO^{6} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + HCl - 4HO$, corpo neutro, incoloro, solubile nell'etere e nell'alcole, e volatile verso 250°.

E la *diacetoclorid.* $C^{14}H^{11}ClO^{8} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2C^{4}H^{4}O^{4} + HCl - 6HO$, composto solubile nell'etere e nell'alcole, volatile verso 245°, e che è difficile di ottenere esente di triacetina.

Il bromuro acetico ha dato origine a diversi altri composti analoghi, ma che non ancora abbiamo studiato ne'loro particolari.

Finalmente la glicerina trattata con un miscuglio a equivalenti eguali di cloruro acetico e di bromuro acetico ha fornito dell'*acetocloridrobromidrina:*



$$C^{10}H^{8}ClBrO^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + HCl + HBr - 6HO,$$

composto neutro volatile verso 228°, ed il primo in cui tre acidi distinti si trovano combinati con un solo equivalente di glicerina.

In vista de' fatti precedenti e di quelli da noi pubblicati, i 3 acidi cloridrico, bromidrico e acetico unendosi alla glicerina, possono produrre per lo meno 19 combinazioni neutre e distinte, delle quali eccone la lista:

1. **Monocloridrina** . . . $C^{6}H^{7}ClO^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + HCl - 2HO$
2. **Monobromidrina** . . . $C^{6}H^{7}BrO^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + HBr - 2HO$
3. **Monacetina** . . . . . $C^{10}H^{10}O^{8} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} - 2HO$
4. **Dicloridrina** . . . . . $C^{6}H^{6}Cl^{2}O^{2} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2HCl - 4HO$
5. **Dibromidrina** . . . . $C^{6}H^{6}Br^{2}O^{2} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2HBr - 4HO$
6. **Cloridrobromidrina** . . $C^{6}H^{6}BrClO^{2} = C^{6}H^{8}O^{6} + HBr + HCl - 4HO$
7. **Diacetina** . . . . . . $C^{14}H^{12}O^{10} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2C^{4}H^{4}O^{4} - 4HO$
8. **Acetocloridrina** . . . $C^{10}H^{9}ClO^{6} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + HCl - 4HO$
9. **Acetobromidrina** . . . $C^{10}H^{9}BrO^{6} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + HBr - 4HO$
10. **Tricloridrina** . . . . $C^{6}H^{5}Cl^{3} = C^{6}H^{8}O^{6} + 3HCl - 6HO$
11. **Tribromidrina** . . . . $C^{6}H^{5}Br^{3} = C^{6}H^{8}O^{6} + 3HBr - 6HO$
12. **Bromidrodicloridrina** . $C^{6}H^{5}Cl^{2}Br = C^{6}H^{8}O^{6} + 2HCl + HBr - 6HO$
13. **Cloridrodibromidrina** . $C^{6}H^{5}Br^{2}Cl = C^{6}H^{8}O^{6} + 2HBr + HCl - 6HO$
14. **Triacetina** . . . . . $C^{18}H^{14}O^{12} = C^{6}H^{8}O^{6} + 3C^{4}H^{4}O^{4} - 6HO$
15. **Diacetocloridrina** . . . $C^{14}H^{11}ClO^{8} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2C^{4}H^{4}O^{4} + HCl - 6HO$
16. **Diacetobromidrina** . . $C^{14}H^{11}BrO^{8} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2C^{4}H^{4}O^{4} + HBr - 6HO$
17. **Acetodicloridrina** . . . $C^{10}H^{8}Cl^{2}O^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + 2HCl - 6HO$
18. **Acetodibromidrina** . . $C^{10}H^{8}Br^{2}O^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + 2HBr - 6HO$
19. **Acetocloridrobromidrina.** $C^{10}H^{8}ClBrO^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + HCl + HBr - 6HO$

Di tutte queste combinazioni 15 sono state ottenute, e l'esistenza delle 4 altre, cloridrobromidrina, acetobromidrina, diacetobromidrina e acetodibromidrina, non è dubbiosa.

È questo il tipo più completo che finora sia stato sviluppato esperimentalmente delle combinazioni complesse alle quali può dare origine un' alcole triatomico. Le combinazioni di quest' ordine si producono d'altronde ogni qualvolta sulla glicerina si fanno agire due acidi nello stesso tempo. È in questo modo che facendo agire sulla glicerina un miscuglio di acido butirico e di acido fosforico, abbiamo ottenuto un composto neutro che può considerarsi come un miscuglio formato da parti eguali di tributirina e da una combinazione glicerica in cui si trovano i due acidi solforico e butirico, la *dibutirosulfurina*: $C^{22}H^{19}SO^{12}=C^6H^8O^6+2C^8H^8O^4+SO^4H-6HO$. Questi fatti e simili teorie confermano e spiegano i risultamenti ottenuti da Pelouze e Gelis nelle loro sperienze relative alla riproduzione artificiale della butirina. Essi facevano reagire sulla glicerina un miscuglio di acido butirico e di acido solforico o idroclorico; i composti neutri ottenuti contenevano non solo la glicerina e l'acido butirico, ma pure e simultaneamente dell'acido solforico o dell'acido cloridrico.

È in tal modo che si spiegano molti fatti osservati nello studio de' corpi grassi naturali, e particolarmente l'esistenza, annunziata da Pelouze e Baudet, di certi composti complessi cristallizzabili, i quali nello stesso tempo contengono due acidi grassi combinati con la glicerina. Tutti questi fenomeni la cui interpretazione teorica è rimasta fin oggi oscura ed incompleta, si spiegano ora in un modo semplicissimo e conforme alle analogie che presentano le proprietà degli alcoli poliatomici.

Per mostrare tutta la ricchezza e tutta la varietà de' composti che questa teoria permette di prevedere l'esistenza, basterà di citare i numeri seguenti: la glicerina unendosi con n acidi a equivalenti eguali forma n combinazioni neutre; con due equivalenti di questi n acidi e poi uno ad uno, o due a due, essa può formare $\frac{n(n-1)}{1.\ 2.}$ combinazioni neutre; con 3 equivalenti di questi stessi n acidi, e poi 1 ad 1, 2 a 2, 3 a 3,

la glicerina può formare $\frac{n(n-1)(n-2)}{1.\ 2.\ 3.}$ combinazioni neutre. Se si ammette l'esistenza di mille acidi distinti, numero certamente inferiore alla realità, il numero de' composti glicerici di 3°. ordine sarà quindi eguale a $\frac{1000.\ 999.\ 998.}{1.\ 2.\ 3.}$, vale a dire presso a poco a duecento milioni.

Si vede perciò che per mezzo dell'unione di un piccolo numero di composti semplici con gli alcali poliatomici, si può dare origine ad uno svariato e quasi infinito numero di combinazioni complesse, spesso analoghe od identiche a talune sostanze naturali.

Parigi 30 Luglio 1857.



SUGLI ALCOLI POLIATOMICI; PER MARCELLINO BERTHELOT.

Nelle mie ricerche sulla sintesi de' corpi grassi, ho mostrato che la glicerina presenta, relativamente all'alcole, precisamente le stesse relazioni che ha l'acido fosforico rispetto all'acido azotico, il quale forma con gli acidi una sola serie di sali neutri, cioè gli azotati monobasici, mentre l'acido fosforico con le basi dà origine a tre serie distinte di sali neutri: i metafosfati che sono monobasici; i pirofosfati bibasici, ed i fosfati ordinarii tribasici.

Nello stesso modo, l'alcole non produce con gli acidi che una sola serie di combinazioni neutre, cioè gli eteri, i quali risultano dall'unione di un equivalente di alcole ad un equivalente di acido con eliminazione di due equivalenti di acqua, mentre la glicerina forma con gli acidi tre serie distinte di combinazioni neutre, fra le quali le une risultano dall'unione di un equivalente di glicerina e di un solo equivalente di acido con separazione di due equivalenti di acqua e corrispondono a' metafosfati; altre risultano dall'unione di due equivalenti

di acido e di un solo equivalente di glicerina con separazione di acqua, e corrispondono a' pirofosfati; e finalmente le ultime, identiche co' corpi grassi naturali, risultano dall'unione di un equivalente di glicerina e di tre equivalenti di acido con separazione di 6 equivalenti di acqua, e corrispondono a' fosfati ordinarii. In queste ultime combinazioni gliceriche la proporzione d'ossigeno è tale che volendo rappresentarle formate dall'unione di un acido anidro con la glicerina anidra, l'ossigeno dell'acido sarebbe all'ossigeno della base, come ne' sali neutri. Una tale relazione è degna di essere notata, comecchè essa non presenti lo stesso carattere di generalità ne' corpi grassi neutri. La glicerina è dunque un alcole triatomico: l'idea era nuova, come pure il nome, allorchè furono da me annunziate per la prima volta sotto la stessa forma or ora da me ricordata, fin dal 1854 negli *Annales de Chimie et de Physique* ed il nome di alcole triatomico è stato per la prima volta da me usato in una memoria relativa alle combinazioni mannitiche.

Queste teorie che ho dedotte da un gran numero di sperienze continuate per molti anni di seguito, ed espresse da una nomenclatura speciale, sono ora adottate da quasi tutti i Chimici, e rappresentano, per mezzo di formule semplici, la storia chimica de' corpi grassi neutri. Alle stesse teorie si è ricorso per ispiegare e prevedere diversi fenomeni relativi alla costituzione degli stessi corpi grassi. Basterà dire che applicando alla glicerina, considerata come un alcole triatomico, le diverse reazioni che subisce l'alcole ordinario, non solo dalla parte degli acidi ma pure dalla parte degli agenti di ossidazione, di clorurazione, di riduzione, si può dedurre la formazione di un gran numero di composti, taluni de' quali sono nuovi, e taluni altri, comunque conosciuti, non ancora sono stati avvicinati alla glicerina. Queste stesse considerazioni mi hanno permesso di calcolare approssimativamente talune proprietà fisiche de' corpi grassi neutri naturali ed artificiali, cioè la loro densità ed il loro punto di ebollizione.

Queste stesse teorie sono state confermate dall'applicazione inattesa che ne ho fatta a diverse sostanze analoghe alla glicerina, come la mannite, la dulcina e molte altre sostanze

zuccherine dello stesso ordine, compreso lo stesso glucoso. Tutti questi corpi possono, come la glicerina, unirsi agli acidi negli stessi rapporti, e produrre composti neutri analoghi a' corpi grassi. La mannite, la dulcina, la quercite, la pinite, l'eritroglucina ed il glucoso, sono quindi, allo stesso titolo della glicerina, degli alcoli poliatomici.

Questi fatti permettono d'altronde di estendere l'applicazione delle stesse teorie ad una moltitudine di corpi naturali, come la salicina, la populina, la ciclamina, il tannino, l'amigdalina e tutti i corpi capaci di scindersi in 2, 3, 4 composti distinti con fissazione di acqua e rigenerazione di uno zucchero analogo al glucoso.

In questa stessa occasione ho segnalato e verificato con diverse sperienze una conseguenza curiosa dedotta dalle proprietà degli alcoli poliatomici, cioè che l'esistenza di un alcole triatonico implica quella di un gran numero di alcoli biatomici e di un numero immenso di alcoli monatomici.

Infatti, ciascuno de' composti formati dall'unione della glicerina con un solo equivalente di un acido, può ancora unirsi con due nuovi equivalenti di acidi qualunque, ed in conseguenza può considerarsi come una specie di alcole biatomico. Questa assimilazione si accorda con le quantità di acqua eliminate nell'atto della formazione di tali corpi, ed essa conduce non solo ad ammettere la loro combinazione con due nuovi equivalenti di acido, ma possono inoltre essere trattati per mezzo degli agenti di riduzione, di ossidazione, ec. a' quali trattamenti si sottomettono ordinariamente gli alcoli. Le belle sperienze di Piria sulla salicina autorizzano un tal modo di vedere; e finalmente ciascuno de' composti a' quali la glicerina dà origine unendosi con due equivalenti di acido può combinarsi ad un nuovo equivalente di un acido qualunque, quale proprietà caratterizza gli alcoli monatomici (1).

(1) Un alcole monatomico può anche derivare per eliminazione di acqua di un alcole biatomico. È in tal modo che noi abbiamo ravvicinato col sig. De Luca, in una memoria pubblicata nel decorso anno (*Ann. de Phys. et de Chim.* 3.ª *serie*, XXXXVIII, 301 *et* 302), l'alcole allilico, $C^6H^6O^2$ ed i suoi eteri C^6H^5Br, C^6H^5I, monatomici, al glicole propilico $C^6H^8O^4$, ed ai suoi derivati $C^6H^6Br^2$, $C\,H^6I^2$, biatomici.

Questo complesso di fatti e di teorie relativo agli alcoli poliatomici, è divenuto da un' anno a questa parte il punto di partenza di numerose ed importanti ricerche in Francia ed in Germania. Guidati dalle vedute da me formulate, Wurtz, e dopo di lui, Buff, Limpreihf e Wicke, hanno scoperto molti alcoli biatomici, intermedii per le loro proprietà e per la loro composizione, fra gli alcoli propriamente detti monatomici, e la glicerina triatomica. Comecchè la costituzione di questi nuovi composti non sia ancora stabilita in modo certo come quella della glicerina; quantunque non sieno state preparate molte combinazioni neutre fra uno stesso acido e questi alcoli considerati come biatomici, nè ottenuti composti formati dalla loro unione con due acidi distinti, le reazioni degli alcoli biatomici forniscono una nuova ed interessante conferma delle mie vedute e delle mie sperienze relative alla glicerina, alla mannite ed alle sostanze analoghe.

Per dare a queste teorie un controllo più completo, abbiamo preparato col sig. De Luca una serie di nuove combinazioni formate dall'unione di un solo equivalente di glicerina con due ed anche con tre acidi differenti. Questo lavoro termina di mettere in luce la costituzione de' composti glicerici e mostra a quale varietà quasi infinita di combinazioni complesse può dare origine l'unione di un numero limitato di acidi con ciascuno degli alcoli poliatomici.

Parigi 29 Luglio 1857.

INTORNO ALLE COMETE III, IV E V DEL 1857; NOTA DEL DOTT. G. B. DONATI

Le comete si succedono l'una all'altra senza interruzione. Dopo la Cometa che io scuoprii il 28 Giugno, che era la III di quest'anno, e che a Gottinga ed a Parigi avevano veduta alcuni giorni prima di me, altre due comete sono state scoperte che sono la IV e la V del 1857.

La Cometa IV fu scoperta il 28 Luglio a Parigi dal sig. Dien, e il P. Leverrier ne annunziò per telegrafo la scoperta a questo Osservatorio, ove potemmo subito rintracciarla ed inviarne, parimente per telegrafo, all'Osservatorio di Parigi le prime posizioni ottenute. Anche il sig. Habicht scuoprì questa stessa Cometa il 30 Luglio a Gota. In seguito si è saputo però che il Dott. C. H. F. Peters di Albania in America ha preceduto tutti nella scoperta della Cometa IV, che egli incominciò ad osservare fino dal 25 Luglio.

La Cometa V fu scoperta il 20 Agosto a Gottinga dal Dott. Klinkerfues, e sarà visibile fino alla fine di Settembre.

Della Cometa III io potei fare le osservazioni seguenti:

1857		*Tempo med. di Firenze*	*AR. appar. di Cometa*	*Decl. appar. di Cometa*
Giugno	28.	14h 34m 30s	4h 16m 30s,36	+ 45° 42′ 46″,8
Luglio	4.	13 49 31	5 41 52,82	49 38 44,1
»	7.	9 15 46	6 35 9,87	49 22 57,1
»	8.	9 39 48	6 55 14,94	48 44 45,5
»	9.	9 21 35	7 14 38,61	47 49 9,5
»	11.	9 6 13	7 51 35,92	45 3 23,6
»	12.	9 32 17	8 8 47,02	43 13 31,9
»	13.	10 6 44	8 24 33,69	41 8 39,2
»	14.	9 43 52	8 38 13,40	38 58 41,0
»	15.	9 14 55	8 50 16,88	36 41 58,8
»	16.	9 10 9	9 1 2,84	34 18 7,3
»	17.	9 26 41	9 10 28,32	+ 31 49 59,2

Prendendo per base le osservazioni di Ambargo del 23 Giugno, e le mie osservazioni del 4 e 17 Luglio, io calcolai per la Cometa III l'orbita che appresso:

Passaggio al perielio. . Luglio 17,98692 T. m. di Firenze
Distanza perielia 0,3675170
Longitudine del perielio. . . . 157° 30′ 22″,6 } equin°. med.°
Longitud. del nodo ascendente 23 37 18,3 } del 1° Gen. 1857
Inclinazione. 129 59 33,4

Avendo riguardo all'effetto dell'aberrazione, quest' orbita soddisfa alle osservazioni di partenza nel modo seguente:

	Osservata—Calcolata	
	Longitudine	*Latitudine*
Giugno 23	+ 0',7	+ 0',3
Luglio 4	— 0, 5	— 0, 1
» 17	— 0, 3	+ 0, 6

Gli elementi superiori sono somigliantì a quelli della Cometa I del 1825, se si eccettua però la distanza perielia che per la Cometa del 25 era di 0,88, cioè molto maggiore di quella della Cometa III di quest'anno, onde le due comete anzidette non possono ritenersi per identiche: e fra le orbite delle altre comete conosciute non incontrasene alcuna che abbia una stretta rassomiglianza con l' orbita descritta dalla Cometa III del 1857.

Della Cometa IV io ho fatto le appresso osservazioni:

1857	*Tempo med. di Firenze*	*AR. appar. di Cometa*	*Declin. appar. di Cometa*
Luglio 30.	13h 40m 23s	4h 28m 17s,52	+ 54° 31' 5",5
Agosto 1.	13 23 51	4 47 26, 36	52 12 36, 1
» 2.	13 50 16	4 56 34, 98	50 57 23, 0
» 17.	14 14 56	6 32 39, 38	30 26 46, 2
» 23.	14 39 32	6 59 19, 20	22 43 40, 4
» 26.	15 25 29	7 11 27, 71	19 9 29, 9
» 30.	15 12 5	7 26 25, 95	+ 14 49 10, 3

Gli elementi di questa Cometa calcolati dal Dott. Bruhns sono i seguenti:

Passaggio al perielio. . Agosto 23,63288 T. m. di Berlino
Distanza perielia 0,749064
Longitudine del perielio . . 21° 16' 29",2 } equinozio medio
Longit. del nodo ascendente 201 29 33, 6 } 1857,0
Inclinazione 32 33 58, 7

Questa Cometa sembra affatto nuova.

Nella notte del 2 Agosto io vidi la Cometa IV passare al di sopra di una piccola stella di 10ª. grandezza, la cui posizione media per il principio del 1857, venne da me determinata come appresso:

$$AR = 4^h\ 56^m\ 45^s,5;\ \text{Declin.} = +\ 50^\circ\ 56'\ 28''$$

Mentre la Cometa si proiettava sulla detta stella, io osservava il fenomeno interpolatamente al gran Cannocchiale di Amici con un ingrandimento di 250, e ad un Cannocchiale di Fraunhofer dell'apertura di $0^m,105$ con un ingrandimento di 45. Nel gran Cannocchiale vedevasi la stella aumentare di diametro a misura che la Cometa le si andava accostando; e nel massimo ravvicinamento (che avvenne a $14^h\ 22^m$, ed allora la stella appariva penetrata nella nebulosità cometaria di un terzo del raggio della Cometa) il disco spurio della stella mostravasi perfettamente trasformato in un disco planetario di una pallida luce azzurregnola, che io stimai di un diametro eguale a quello del terzo satellite di Giove, cioè di 1",5. Col Cannocchiale di Fraunhofer non apprezzavasi la diffusione che la luce stellare soffriva nell'attraversare la materia cometaria. In questo Cannocchiale la stella appariva inalterata, e il di lei splendore offuscava quasi completamente la debole luce della Cometa. Io poteva giudicare colla massima precisione e sicurezza delle più piccole particolarità, perchè nel campo dei due cannocchiali impiegati nell'osservazione, era contenuta ancora un'altra stella quasi eguale a quella sulla quale passava la Cometa.

Ancora per le Comete III e IV si è verificato che, all'avvicinarsi al perielio, il loro splendore è stato più grande di quello che avrebbe dovuto essere se fosse stato esattamente in ragione inversa dei quadrati delle distanze delle Comete dalla terra e dal sole. La Cometa III in vicinanza del perielio fu splendentissima, e se non videsi a occhio nudo dipese perchè, per la sua piccola distanza angolare dal sole, rimaneva sempre immersa nella intensa luce crepuscolare.

Della Cometa V determinai ieri sera la posizione seguente:

1857	*Tempo med. di Firenze*	*AR. appar. di Cometa*	*Decl appar. di Cometa*
Settemb. 8.	$8^h\ 37^m\ 2^s$	$13^h\ 39^m\ 21^s,63$	$+38°\ 55'\ 16'',7$

Questa Cometa è molto splendente, ed ha un forte condensamento di luce che non corrisponde esattamente al centro, ma che è un poco verso il lembo orientale della massa nebulosa; ha ancora una breve e debole coda in direzione opposta al sole.

Il sig. Yvon Villarceau ha calcolato per questa Cometa l'orbita seguente:

Passaggio al perielio . . .	Sett. 30,80870 T. m. di Parigi.	
Distanza perielia	0,5653568	
Longitudine del perielio.	189° 49 10,9	Equinoz°. med°. 1857,0
Longit. del nodo ascendente	15 11 42,0	
Inclinazione.	124 4 16,2	

Questi elementi hanno una qualche rassomiglianza con quelli delle Comete II del 1743, III del 1790, II del 1808, e I del 1825; ma però queste rassomiglianze sono troppo lontane per potere stabilire, almeno per ora, una identità fra le dette comete.

Paragonando l'orbita precedente della Cometa V a quella della Cometa III di quest'anno, si vede che le due orbite sono tanto rassomiglianti, che le due comete si riterrebbero per identiche se fossero apparse in epoche differenti. Notando una tal rassomiglianza il sig. Yvon Villarceau dice, non potrebbe essere che le Comete III e V del 1857 fossero prima riunite in un'unica massa, e che si sieno in seguito separate per percorrere orbite poco differenti?

Lo spezzamento della Cometa di Biela avvenuto ai nostri giorni dà peso ad una tal congettura, la quale però rimarrà probabilmente sempre un'ipotesi; poichè nel caso dello spezzamento di un astro devono agire delle forze che ci

sono del tutto ignote, e che quindi non possiamo assoggettare al calcolo onde valutarne gli effetti prodotti.

Dall'Osservatorio dell'I. e R. Museo di Firenze
il dì 9 Settembre 1857.

SOSTITUZIONI INVERSE; M. BERTHELOT.

(*Comptes Rendus*, XLIV, 1246).

Estratto.

L'A. rammenta come i chimici hanno già imparato a sostituire l'idrogeno col cloro, col bromo o collo jodo nelle sostanze organiche, e come ancora non possono risolvere, altro che in un piccol numero di casi particolari, il problema inverso, che consiste nel rigenerare il composto primitivo muovendosi dal trasformato.

Infatti tutte le sostituzioni inverse fin qui conosciute si riducono ai seguenti casi:

1°. Melsens ha cambiato l'acido cloracetico, $C^4HCh^3O^4$, in acido acetico, $C^4H^4O^4$, e il percloruro di carbonio, C^2Ch^4, in gas delle paludi, C^2H^4, coll'azione simultanea dell'acqua e dell'amalgama di potassio.

2°. Kolbe col mezzo della pila, impiegando lo zinco come elettrode, ha rimpiazzato coll'idrogeno il cloro dell'acido cloracetico e quello d'una serie d'acidi particolari che derivano dall'azione del cloro sul solfuro di carbonio.

3°. Gli eteri jodidrici, C^4H^5I, C^2H^3I, C^6H^5I, attaccati dallo zinco o dal sodio ad alta temperatura perdono il loro jodo senza sostituzione e forniscono i carburi designati col nome di *etile*, C^4H^5, di *metile*, C^2H^3, d'*allile*, C^6H^5, ec. Se si opera collo zinco in presenza dell'acqua si formano dei carburi particolari nei quali lo jodo dell'etere jodidrico si trova rimpiazzato dall'idrogeno: idruro d'etile, C^4H^6; gas delle paludi, C^2H^4;

propilene, C^6H^6; questo, che è l'esempio il più esteso di sostituzione inversa, è dovuto ai lavori di Frankland.

4°. Finalmente Berthelot e De Luca nelle ricerche sul propilene jodato, C^6H^5I, avevano rimpiazzato lo jodo coll'idrogeno facendo reagire su detto propilene il mercurio e l'acido cloridrico impiegati simultaneamente, con che producesi, anco a freddo, il propilene, C^6H^6.

Queste è appunto il processo che è divenute il germe del presente lavoro, il quale ha avuto per scopo di rimpiazzare coll'idrogeno il cloro, lo jodo e particolarmente il bromo nei carburi modificati per sostituzione, oppure di riprodurre i carburi primitivi dopo che hanno subito l'azione dei corpi alogeni.

I processi che l'A. ha adoprato ora riposano sull'uso dell'idrogeno libero a un' alta temperatura, ora sul concorso di due affinità simultanee equivalenti all'uso dell'idrogeno nascente; in quest'ultimo caso il tempo è un elemento essenziale.

I°. *Idrogeno libero*. — L'idrogeno libero si unisce al cloro dei cloruri di carbonio verso la temperatura del rosso nascente; nel tempo stesso il carburo d'idrogeno corrispondente al cloruro di carbonio sperimentato si trova rigenerato. Una porzione sensibile è distrutta sotto l'influenza del calore, ma una porzione resiste e può esser raccolta. Questo processo non si applica che alle sostanze stabilissime, ma per ciò stesso conviene ai composti nei quali tutto l'idrogeno ha potuto essere rimpiazzato dal cloro, fenomeno che attesta una grande stabilità nel carburo primitivo e nel cloruro di carbonio che ne deriva.

In queste condizioni il protocloruro di carbonio, C^4Ch^4, e il sesquicloruro di carbonio, C^4Ch^6, forniscono una quantità considerevole di gas oliofaciente, C^4H^4:



$$C^4Ch^4+8H=C^4H^4+4HCh,$$
$$C^4Ch^6+10H=C^4H^4+6HCh.$$

Il percloruro di carbonio, C^2Ch^4, ha prodotto il gas delle paludi, C^2H^4, e del gas oliofaciente.

Il cloruro di carbonio, $C^{20}Ch^8$, (naftalina perclorata), ha riprodotto al rosso vivo della naftalina, $C^{20}H^8$.

Il cloruro di Julin, (C^2Ch), ha riprodotto in gran quantità un corpo cristallizzato avente i caratteri della naftalina.

Questi, cloruro di Julin, percloruro, sesquicloruro e protocloruro di carbonio, adoprati nelle citate esperienze erano stati preparati coi processi di Kolbe, col mezzo del cloro e del solfuro di carbonio.

Questi resultati forniscono adunque un nuovo modo per produrre il gas oliofaciente, il gas delle paludi e la naftalina col mezzo dei corpi semplici che li costituiscono.

II.° *Idrogeno nascente*. — Qui l'A. ha preso per soggetto delle sue ricerche i carburi d'idrogeno alcolici impiegati nelle combinazioni bromurate, clorurate ec., cercando un mezzo per rigenerare i detti carburi alcolici: fra i varii sperimentati quello che meglio d'ogni altro gli ha corrisposto consiste nello scaldare a 275° il bromuro d'etilene, o altro analogo, con acqua, rame e joduro di potassio; 12 o 15 ore bastano perchè la reazione sia completa. Se si sopprime il rame, e in tutto il rimanente si opera come sopra, invece di rigenerare i carburi alcolici si ottengono degli idruri, venendo in questo caso rimpiazzati il bromo e l'jodo dall'idrogeno.

I resultati di tutte queste esperienze vengono riassunti dall'A. nel modo che appresso:

1°. Il bromuro d'etilene, $C^4H^4Br^2$, scaldato a 275° con rame, acqua e joduro di potassio rigenera principalmente il gas oliofacente, C^4H^4, che l'ha formato; scaldato invece con acqua e joduro di potassio produce sopratutto dell'idruro d'etile, C^4H^6, composto nel quale il bromo del bromuro d'etilene è rimpiazzato dall'idrogeno; con ciò si perviene ad aggiungere idrogeno al gas oliofaciente. Tutte queste reazioni sono tanto più nette, quanto più lentamente si opera e ad una temperatura più prossima a 275 gradi.

Il bromuro di propilene, quello di butilene e l'altro d'amilene presentano reazioni analoghe.

2°. Il liquore degli Olandesi, o cloruro d'etilene, $C^4H^4Ch^2$, è molto più difficile a decomporsi completamente del bromuro d'etilene; tuttavia se si scalda a 275 gradi, sia con rame, acqua e joduro di potassio, sia con acqua e joduro di potassio soltanto, si rigenera una certa quantità di gas oliofaciente,

C^4H^4, col quale si trova mescolato dell'etilene monoclorato, C^4H^3Ch.

Il cloroforme, C^2HCh^3, il bromoforme, C^2HBr^3, l'jodoforme, C^2HI^3, decomposti sia collo zinco solo, sia col rame, acqua e joduro di potassio, sia in fine coll'acqua e joduro di potassio soltanto, producono un miscuglio di gas delle paludi, C^2H^4, d'idrogeno, e nei due ultimi casi di ossido di carbonio e d'acido carbonico. Nello stesso tempo prende origine, in piccola quantità, un composto gassoso e volatilissimo, capace di essere assorbito dal bromo, la di cui natura ed origine non è stato possibile determinare con certezza.

Il percloruro di carbonio, C^2Ch^4, scaldato coll'joduro di potassio, rame e acqua, ha prodotto un miscuglio di gas delle paludi, C^2H^4, d'ossido di carbonio, d'idrogeno e d'acido carbonico.

Il bromuro di propilene bromato, $C^6H^5Br^3$, scaldato con joduro di potassio, rame e acqua ha rigenerato un miscuglio di propilene, C^6H^6, d'idruro di propile, C^6H^8, e d'acido carbonico. Si vede che i tre equivalenti di bromo che contiene questo composto possono essere rimpiazzati da tre equivalenti d'idrogeno.

Infine la tricloridrina, $C^6H^5Ch^3$, uno degl'eteri cloridrici della glicerina, corpo isomero col cloruro di propilene clorato, scaldata coll'joduro di potassio rame e acqua ha prodotto del propilene, C^6H^6, dell'idruro di propile, C^6H^8, dell'idrogeno e dell'acido carbonico. Si può così, per una nuova via, passare dalla glicerina, $C^6H^8O^6$, ai carburi d'idrogeno che le corrispondono, e principalmente toglierle tutto l'ossigeno che contiene: a ciò si giunge eliminando tutto quest'ossigeno sotto forma d'acqua, e rimpiazzando quest'acqua coll'acido cloridrico:



$$C^6H^8O^6 - 6HO + 3HCh = C^6H^5Ch^3,$$

poi si sostituisce l'idrogeno al cloro. In conclusione, si esercita così un'azione riduttrice rimarchevolissima per la semplicità del suo meccanismo, e probabilmente suscettibile di essere generalizzata.

L'insieme delle reazioni che precedono, rischiara maggiormente la costituzione dei composti clorurati e bromurati, e con-

ferma, per via sintetica, le analogie che esistono fra l'aggruppamento molecolare di questi composti e quello dei carburi d'idrogeno da cui derivano per via di sostituzione.



NOTA SULL'ADATTAMENTO ARTIFICIALE DELL'OCCHIO PER DELLE DISTANZE DIVERSE; STOLTZ.

(*Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences*, 23 *Fevrier et* 23 *Mars* 1857).

Estratto.

Diversi osservatori hanno avuto l'occasione di costatare che si potrebbe ottenere una visione distinta a differenti distanze, esercitando una compressione sul globo dell'occhio. Il sig. Stoltz, che ha esaminato con cura questo soggetto, indica un modo semplicissimo per realizzare questa esperienza. Questo modo consiste nell'abbassare la palpebra superiore sul globo dell'occhio, finchè essa ricopra circa la metà della cornea; poi a situare i diti sul bordo orbitale al livello della commettitura esterna, per tirare leggermente al di fuori la palpebra superiore, in maniera da stenderla come un velo che comprima e schiacci moderatamente la cornea. I resultati che si ottengono con un poco di abitudine, mostrano la possibilità di ottenere una visione distinta a distanze diverse, modificando leggermente la convessità della cornea, e ci rendono chiaramente palese la causa per la quale, come ognuno sa, i miopi socchiudono gli occhi allorchè vogliono vedere qualche oggetto in lontananza.

Il sig. Stoltz ha avuto in seguito l'idea d'invertire l'esperienza, e di esaminare quali resultati si otterrebbero mettendo avanti all'occhio una cornea artificiale inflessibile; esso ha potuto confermare che, in tal caso, è impossibile di ottenere una visione distinta per differenti distanze, ciò che sembra confermare le sue prime osservazioni.

Infine, il sig. Stoltz ha trovato che variando la curvatura di un vetro situato davanti all'occhio, si ottiene una vista tanto più netta, quanto più è piccolo il suo raggio di curvatura; con un vetro piano, la visione è assai confusa; un vetro di 19 millimetri di raggio dà una percezione assai netta; finalmente una curvatura di 7 millimetri di raggio rende l'occhio miope e ingrandisce gli oggetti.



RICERCHE FISIOLOGICHE SULLA MORTE APPARENTE; D.r KUNDE.

(*Müller's Archiv*, 1857, *livr.* II.-III.)

Estratto (1).

La memoria di Kunde, che abbiamo sotto gli occhi, racchiude dei fatti fisiologici nuovi ed importanti, quantunque non ancora sufficientemente spiegati. L'A. parte dall'idea di Bichat, che ammette nel corpo umano tre centri vitali: il cervello, i polmoni ed il cuore, ed ammette con questo celebre Anatomico, che la morte apparente comincia allorchè uno qualunque di questi organi non lascia riconoscere segni di vita.

La morte si manifesta immediatamente in uno dei tre centri vitali, ora nell'uno ora nell'altro e quindi s'impadronisce anche degli altri due. Kunde ha tentato di studiare la morte apparente, prendendo per base i tre punti di partenza che essa può avere, cioè la morte del cervello, la morte dei polmoni e la morte del cuore.

(1) Riproduciamo questo estratto traducendolo dagli *Archives des Sciences Physiques et Naturelles*, *T.* XXXV. *p.* 141, *Juin* 1857, quantunque ci sembri compilato imperfettamente e senza la desiderata chiarezza e solo per far conoscere alcuni fatti importanti di fisiologia recentemente scoperti in Germania. C.

Eckhardt ha già dimostrato che un nervo esposto ad una temperatura di + 55° o + 60°, R perde istantaneamente la sua irritabilità. D'altra parte Dubois-Reymond ha fatto conoscere che in un nervo il quale sia esposto all'irraggiamento di un corpo riscaldato a rosso, la corrente nervosa primitiva è sostituita da una corrente diretta in senso contrario, per ricomparire però quando si lasci riposare il nervo inviluppato da sostanza muscolare. Sembra, per conseguenza, che la morte apparente del nervo sia causata da una modificazione nella disposizione delle molecole nervose. Kunde ha immaginato d'applicare direttamente il calore sul cervello e la midolla allungata delle rane. La morte apparente si manifestò in esse prontamente, ma le rane ritornavano a vivere dopo qualche minuto, allorchè s'immergevano nell'acqua. Per fare questa esperienza, si cinge l'animale con un panno umido, non lasciando allo scoperto che la superficie superiore del cranio; si pone su questa ultima un piccolo cuscinetto di tela umida, su cui si applicano dei tubi di vetro ripieni di sabbia calda; quando uno di essi tubi comincia a raffreddarsi, si rimpiazza con un' altro e così di seguito. Ben presto la sensibilità della pelle sparisce; in seguito cessano i moti, sia volontarj, sia riflessi; i moti del cuore sanguigno e dei cuori linfatici, sono gli ultimi a mancare.

L'A. non c'insegna nulla di nuovo circa la morte apparente che ha per punto di partenza la morte dei polmoni.

La morte apparente resultante dalla cessazione dei moti del cuore ha condotto a resultati curiosi. Weber è stato il primo a mostrare che si possono far cessare i palpiti del cuore coll'irritazione elettrica dei nervi vaghi o pneumo-gastrici, o colla compressione del petto. In seguito Donders ha trovato che basta una profonda ispirazione per produrre questo effetto. Kunde ha esperimentato sopra cani, gatti, e conigli, comprimendo il cuore colla mano. Al momento della compressione il diaframma si contrae e l'animale grida; ben presto si produce una cianosi delle muccose; la respirazione si arresta, la pupilla si espande, cessano i moti volontarj e riflessi; l'animale è come morto. Se in questo mo-

mento si cessa di comprimere, non si sentono più i rumori del cuore: ma quanto prima però questi ricompariscono; la respirazione nuovamente si manifesta; l'animale si solleva vacillando, come se fosse inebriato; l'estremità posteriori gli restano per lungo tempo paralizzate.

Nelle rane è facile di stringere il cuore traverso agl'integumenti fra il pollice e l'indice. Kunde esperimentò comprimendone ancora le orecchiette alla base dei vasi. In estate, la morte apparente si manifesta a capo di quindici minuti; in autunno, è necessario un tempo più lungo. La sensibilità viene a mancare prima all'estremità posteriori, e ciò molto tempo avanti della scomparsa della cornea. Il moto dei cuori linfatici non cessa che assai tardi. L'esperienza può pure tentarsi dopo aver fatta una legatura al cuore.

Un' esperienza curiosa consiste nel prendere contemporaneamente due rane, nel comprimere il cuore di una e nel togliere completamente quello dell'altra per mezzo di forbici. Si osserva allora un fatto non prevedibile, cioè che la prima rana muore più presto della seconda. Il resultato inverso sembrerebbe molto più naturale, considerando che la seconda rana subisce una lesione eccessivamente grave come l'apertura del torace, e che essa perde una quantità ragguardevole di sangue. Il resultato ottenuto pare ancora in contradizione con la scoperta di Kilian, dietro la quale i nervi che si ramificano in organi ricchi di sangue, conservano la loro irritabilità più assai di quelli che penetrano in organi che ne contengono poco o punto; Kilian ha anche trovato che un nervo il quale ha perduto la sua irritabilità la ricupera rapidamente in un tessuto abbondante di sangue, ma ne resta privo allorchè si distribuisce in un organo che non lo contiene. Ma allorchè si comprime il cuore di una rana o vi si appone una legatura, gli organi si trovano molto più ingorgati di sangue di quando il cuore viene ad essere completamente tolto. L'effetto dunque nutritivo del sangue non può entrare in considerazione nello studio del fenomeno in questione. Kunde si è fatto in seguito a ricercare se il grado di tensione dei vasi poteva avere una grande influenza sulle funzioni del sistema nervoso.

Per studiare questo soggetto, l'A. ha dovuto ricorrere a diverse esperienze col mezzo nella stricnina. Allorchè si taglia il cuore ad una rana, e le si fà cadere qualche goccia d'azotato di stricnina sulla midolla spinale, l'animale non tarda a soccombere per il tetano. Ma se invece di portar via il cuore, ci si contenta di comprimerlo semplicemente, il tetano allora non si manifesta e l'animale cade ben presto in uno stato di morte apparente. Allorchè però si sospende la compressione sul cuore e l'animale risorge a vita, il veleno riprende la sua energia con la comparsa del tetano. Impiegando delle rane decapitate si raggiunge nelle esperienze lo stesso resultato.

Sembra che da ciò si possa dedurre che la paralisi dei nervi è prodotta da una modificazione nella tensione del sistema circolatorio. Comprimendo il cuore o apponendovi una legatura, il sangue è scacciato dalle arterie, e passá nelle vene. Ora Foderà ha dimostrato che si possono far cessare volontariamente le contrazioni di un tale o tale altro organo in un animale avvelenato con la stricnina, comprimendone la parte corrispondente della midolla spinale. Sarebbe dunque possibile che un aumento nella tensione del sistema venoso, conducesse ad un consimile resultato. Ma, in questo caso, l'apertura del canale vertebrale e dei suoi vasi dovrebbe far cessare la pressione e ricondurre le contrazioni, il che non ha luogo. Al contrario non sarebbe impossibile, pensa l'A. che Bichat abbia avuto ragione ammettendo che il moto ordinario comunicato al sistema nervoso dalle pulsazioni dei vasi, sia una delle condizioni essenziali per mantenere sotto la dipendenza del cuore le funzioni cerebrali.

L'impulsione dell'onda arteriosa si ripete da 90 a 180,000 volte in 24 ore nei mammiferi e questa circostanza ha certamente una grande importanza in fisiologia. Kunde richiamò a questo proposito la bella scoperta di Haidenhain, dietro la quale un nervo può essere tetanizzato con un seguito di scosse meccaniche comunicategli con un piccolo martello d'avorio. Il cervello umano riceve in ciascuna ora da quattro a cinque mila scosse, prodotte dalla pulsazione nelle arterie,

e di certo questo movimento ordinario della vita è degno di attirare l'attenzione dei fisiologi più di quel che non ha fatto fin' ora. Il passaggio dei globuli sanguigni attraverso i capillari è forse anche esso un'elemento d'irritazione di una certa importanza nei fenomeni in questione.



DELLA INFLUENZA CHE HA LA TEMPERATURA SUI FENOMENI CHE AVVENGONO NEI TUBI CAPILLARI; C. WOLF.

(*Annales de Chimie et de Physique, Mars* 1857).

Estratto.

Lo stato delle nostre cognizioni sull'influenza che la temperatura esercita sui fenomeni capillari può riassumersi nei due seguenti enunciati:

1°. L'altezza a cui giunge un liquido in un tubo capillare che esso bagna, sarebbe, secondo la teoria matematica, proporzionale alla densità del liquido. L'esperienza dà una legge di decrescimento molto più rapida, e mostra che la densità non interviene sola come elemento del fenomeno, senza che d'altronde si sia mai cercata la cagione di questo disaccordo.

2.° L'abbassamento del mercurio nei tubi che non bagna, aumenta con la temperatura, senza che nè l'esperienza, nè la teoria abbiano dato leggi ben certe su questa variazione, e neppure abbiano indicato chiaramente la causa di questo aumento.

Rimandiamo alla memoria originale per la descrizione dell'apparecchio che Wolf ha impiegato, e delle minute precauzioni da esso usate per essere sicuro dell'esattezza delle sue osservazioni.

Una prima serie di numerose esperienze si riferisce all'altezza a cui s'inalza l'acqua in un tubo di $0^{mm},2346$ a tem-

perature comprese fra 0^0 e + 25° C. Si riconosce che, prendendo le temperature per ascisse e le altezze per ordinate fra 0 e + 8°, le ordinate decrescono più rapidamente di quello che a temperature più elevate. Ma, in questi due intervalli, si può considerare ciascuna porzione della curva come una linea retta. L'insieme di tutte le osservazioni da 0° a + 25°, può rapprentarsi con una formula parabolica. Tali resultati concordano con quelli del sig. Brünner, con questa sola differenza, che il decrescimento più rapido dell'altezza osservata dal detto fisico al di sotto di 4°, sembrerebbe continuarsi ancora al di sopra.

Una seconda serie di esperienze, eseguite con un tubo di $0^{mm},3098$ di diametro, comprende un intervallo più grande di temperatura; la legge generale del fenomeno resta la stessa, ma vi è una differenza notevole nei rapporti dei coefficienti.

Se, come si era ammesso da principio, l'altezza alle differenti temperature fosse proporzionale alla densità del liquido, l'altezza non potrebbe in nessun caso divenir nulla, non essendo giammai nulla la densità stessa. Ma ciò non si verifica, come può vedersi in un lavoro precedente del sig. Wolf (1). Per l'etere solforico ed il solfuro di carbonio, l'A. ha potuto operare ad una temperatura assai elevata, non solo perchè l'altezza fosse nulla, ma ancora per avere una depressione invece che un'ascensione. Così la densità del liquido non ha che una influenza secondaria. Possiamo però trovare una semplicissima spiegazione di questo disaccordo della teoria e della esperienza. La teoria era basata sulla ipotesi che, allorquando un liquido si solleva in un tubo di cui bagna le pareti, forma immediatamente lungo queste pareti uno strato eccessivamente sottile: tale ipotesi si fonda principalmente su questa legge, che nei tubi di natura diversa e dello stesso diametro uno stesso liquido si solleverà sempre alla stessa altezza. Ora le esperienze di Linch hanno dimostrato che questa legge, approssimativamente vera per l'acqua distillata, non lo è per gli

(1) *Nuovo Cimento*, IV, 292.

altri liquidi come l'etere e l'alcole. Può essere che alla temperatura ordinaria questo straterello liquido esista e che ciò non abbia più luogo ad una temperatura elevata.

L'A. termina la sua memoria in questi termini:

« Da questo modo di considerare i fenomeni capillari, derivano molteplici conseguenze che io vengo ad esaminare e che saranno le conclusioni del presente lavoro:

« 1.° L'elevazione di uno stesso liquido nei tubi capillari dipende, tutte le altre circostanze restando eguali, dalla natura del tubo.

« 2.° In uno stesso tubo, a diverse temperature, l'altezza a cui giunge un liquido è in ragione composta della sua densità e della curvatura del menisco: questa ultima diminuisce coll'aumentare della temperatura, e diviene nulla ad una temperatura sufficientemente elevata, al di là della quale si riproduce ma in senso inverso. La legge della diminuzione dell'altezza deve necessariamente variare secondo la natura del tubo, e quantunque i tubi di vetro o di cristallo in cui si opera, esercitino sul liquido delle azioni quasi eguali, bisogna aspettarsi di trovare delle differenze nella ripetizione del fenomeno, allorchè si passa da un tubo ad un altro. È a questa causa che si riferisce il disaccordo che ho osservato fra i resultati ottenuti, primieramente con un tubo di vetro e in secondo luogo adoprando un tubo di cristallo.

« La legge della variazione della depressione con la temperatura per i liquidi che non bagnano il vetro, si collega allora colla legge sulla diminuzione della elevazione capillare, e ne diviene una conseguenza. Ho mostrato infatti che ad una determinata temperatura, un liquido cessa di bagnare il vaso che lo contiene, e che al di là esso liquido prende una superficie convessa e si deprime. La continuità dei fenomeni si trova dunque semplicemente ristabilita: basterà ammettere che il mercurio, p. e. a bassa temperatura, in presenza del vetro, sia di già in quello stato che l'etere, l'alcole, il solfuro di carbonio, non possono raggiungere che ad un grado di temperatura assai elevato. Allora la depressione, come lo ha osservato il sig. Frankenberg, deve au-

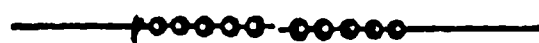
mentare in ragione dell'inalzamento di temperatura, secondo una legge, variabile però con la natura del liquido e con quella del tubo. Da ciò ancora resulta che i detti liquidi che non bagnano i tubi, potranno bagnarli ad una temperatura sufficientemente bassa, e presentare così, per l'azione del freddo, la stessa serie di fenomeni che presenta l'etere con quella del calore. Disgraziatamente non conosco alcun liquido che adempia alle condizioni di non bagnar punto il vetro e di non congelarsi che ad una bassa temperatura, conservando una mobilità sufficiente.

« Riassumendo, credo di avere adempito a quel che mi era proposto e di aver dimostrato:

« 1°. Che la legge trovata da diversi osservatori e specialmente da Brünner, per la diminuzione dell'altezza capillare quando la temperatura si eleva, è esatta; ma che è impossibile di generalizzarla e di applicarla ad altri tubi fuori che a quelli che hanno servito per fare gli esperimenti.

« 2°. Che l'accordo della teoria matematica e della esperienza, che sembrerebbe distrutto da questi resultati, ricomparisce al contrario, se si abbandona, almeno per le temperature un poco elevate, l'ipotesi dell'esistenza di uno straterello liquido aderente alle pareti dei tubi nei quali s'inalzano i liquidi.

« 3°. Che l'ascensione e la depressione di un liquido in un tubo, non sono che casi particolari dello stesso fenomeno generale, che è sottoposto colle sue modificazioni alla legge naturale della continuità ».



NUOVA TEORIA DEGLI STROMENTI OTTICI;
DI O. F. MOSSOTTI (*).

PRELIMINARE

1.

La teoria degli stromenti ottici, della quale maggiormente si valgono tutt'ora i Matematici, è quella dell'Eulero, le cui meditazioni furono, durante la sua lunga e luminosa carriera, spesso rivolte a questo importante argomento. Ciò non pertanto il celebre Dott. Young, nel suo sunto sulla storia dell'Ottica, non esitò a pronunciare sui lavori risguardanti la luce, pubblicati da quell'Autore, un giudizio poco favorevole. « È però necessario » diss'egli « convenire che questo gran Geometra fu « meno fortunato nelle sue ottiche teorie che in molti altri rami di scienza, e che le sue ricerche matematiche sugli effetti delle lenti sono molto più intricate e prolisse di quello « che il soggetto realmente lo richieda » (1).

Non è facile di congetturare quali considerazioni intendesse lo Young di sostituire a quelle dell'Eulero, ma si può osservare che Lagrange, pochi anni dopo la pubblicazione delle principali dottrine dell'Eulero, avendo preso a trattare la teoria dei telescopii e dei microscopii (2), pervenne a delle formole suscettibili di un'applicazione più generale, e che si prestano a dare in un modo più diretto le condizioni a cui deve soddisfare un sistema di lenti per la distinta visione, ed a determinarne gli effetti.

(1) It must be allowed that this great mathematician was less fortunate in his optical theories, than in many others departements of sciences, his mathematical investigations of the effects of lenses are much more intricate and prolix than the subject actually requires. *Course of Lectures on Natural Philosophy*. Lecture XL.

(2) Sur la Théorie de Lunettes. *Mémoires de l'Academie de Berlin*. An. 1778 et 1803.

2.

Una notevole restrizione, limita però tanto le formole di Lagrange, quanto quelle degli Autori che trattarono fino a questi ultimi tempi lo stesso argomento, e rende imperfette le deduzioni che, dall'applicazione di esse, si trassero rispetto agli effetti degli stromenti ottici. Tali formole sono tutte direttamente od indirettamente fondate sull'equazione nota, che dà la relazione fra la distanza focale principale di una lente e le due distanze conjugate (1). Ora quest'equazione essendo dedotta unicamente dalla considerazione dei raggi luminosi che si propagano in piani passanti per l'asse della lente, le conseguenze, che se ne sono tratte, sussistono per questi raggi soli, e si trova per tal modo tacitamente esclusa l'influenza di que' raggi, ancor più numerosi, che si propagano in piani secanti l'asse medesimo.

Dopo che la Geometria analitica è divenuta uno stromento familiare ed universale d'applicazioni, Malus, Sturm, il sig. Dupin diedero maggiore generalità alle formole che rappresentano il corso dei raggi luminosi, che si rifrangono o si riflettono all'incontro di superficie rifrangenti o riflettenti, e dalle medesime si sarebbero potute dedurre le equazioni da sostituirsi a quella troppo limitata, di cui avevano fatto uso Lagrange ed altri. Tale deduzione però non era stata fatta, quando il celebre fisico sig. Biot, nel primo volume della terza edizione della sua *Astronomie Physique*, pag. 359 e seg., fece vedere direttamente, con una elementare costruzione geometrica, che due equazioni, simili a quella sussistente pei raggi che si propagano in piani passanti per l'asse della lente, si verificano anche per le projezioni, che si possono fare di raggi comunque diretti, sui due piani coordinati condotti per l'asse stesso. Per mezzo di queste projezioni, il corso di un raggio luminoso si

(1) L'equazione a cui si allude è quella rappresentata da

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f},$$

nella quale a e b sono le due distanze conjugate, ed f la distanza focale principale.

trova decomposto in un modo simile a quello con cui nella Meccanica si considerano decomposti i movimenti; e come nella Meccanica un movimento curvilineo qualunque è sempre rappresentabile da tre movimenti rettilinei paralleli agli assi coordinati, così nell'Ottica il corso di un raggio, in qualunque modo diretto, che incontra lenti o specchi, è sempre rappresentabile da quelli di due raggi fittizii che ne siano le projezioni, e per amendue dei quali sussista la legge espressa dalla citata equazione fondamentale. Colle ritrovate equazioni il sig. Biot rese pertanto applicabili, anche ai raggi poco divergenti dall'asse centrale e diretti in piani non passanti per esso, le formule che Lagrange aveva dato pei soli raggi che vi passano.

3.

Per trattare il problema del corso di un raggio luminoso che attraversa un sistema di lenti collocate su di uno stesso asse centrale, Lagrange associa alla sopra citata equazione fondamentale l'altra, puramente geometrica, che esprime essere la somma della seconda distanza conjugata di una lente e della prima distanza conjugata della lente seguente eguale alla distanza reciproca delle due lenti (1). Stabilite altrettante equazioni quante sono le lenti e le loro distanze reciproche, introduce, in luogo delle distanze conjugate delle medesime, l'angolo che il raggio luminoso fa coll'asse all'entrare in ciascuna lente, e la distanza dall'asse del punto per cui vi entra, ed eliminando successivamente quelle, fra queste incognite, che si riferiscono agli incontri colle lenti interne del sistema, e che si trovano tutte al primo grado, perviene a due equazioni, le quali rappresentano, sotto la forma più semplice, in funzione delle distanze focali principali delle lenti e delle loro distanze

(1) Tale equazione è rappresentata da

$$b + a' = h,$$

in cui h dinota la distanza fra due lenti consecutive, b la seconda distanza conjugata della lente precedente ed a' la prima distanza conjugata della seguente.

reciproche, le relazioni che devono sussistere fra la direzione con cui un raggio entra nella prima lente e la distanza dall'asse del suo punto d'incidenza, e la direzione con cui lo stesso raggio esce dall'ultima lente e la distanza dall'asse del punto d'emergenza. Allorchè si prendono le distanze focali principali delle lenti come costanti (1), ciò che suppone trascurabi-

(1) La formola, che esprime il valore esatto e completo della distanza conjugata di un raggio situato in piano passante per l'asse centrale di una lente, non trovandosi comunemente dimostrata in modo elementare, penso far cosa grata al lettore, e facilitare l'intelligenza di quanto vien detto in appresso, riferendo quella che ho dato nella Nota II alla XXXVIII delle mie *Lezioni elementari di Fisica Matematica*:

Sia D la prima distanza conjugata, o la distanza del punto sull'asse da cui si può supporre che parta il raggio luminoso al polo del segmento sferico la cui superficie forma la faccia anteriore della lente;

ρ il raggio della superficie medesima;

e l'angolo che il raggio ρ condotto dal centro al punto d'incidenza del raggio luminoso fa coll'asse;

d la distanza dal polo del segmento su nominato al punto in cui il raggio rifratto prolungato incontra l'asse;

g la grossezza della lente;

n l'indice di rifrazione del raggio luminoso al penetrare dall'aria nella sostanza della lente;

e siano in ordine inverso, d', e', ρ', D' le quantità relative alla seconda superficie della lente, analoghe a quelle indicate colle stesse lettere senz'apice spettanti alla prima.

Posto:

$$\omega = n \frac{\left\{ 1 + \frac{1}{D}\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{D}\right) 4\rho^2 \sin^2 \tfrac{1}{2} e \right\}^{\frac{1}{2}}}{\left\{ 1 + \frac{1}{d}\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{d}\right) 4\rho^2 \sin^2 \tfrac{1}{2} e \right\}^{\frac{1}{2}}},$$

nella qual'espressione l'incognita d è tale che si ha

$$\frac{1}{\rho} + \frac{1}{D} = \omega\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{d}\right);$$

indi preso:

$$\omega' = n \frac{\left\{ 1 + \frac{1}{D'}\left(\frac{1}{\rho'} + \frac{1}{D'}\right) 4\rho'^2 \sin^2 \tfrac{1}{2} e' \right\}^{\frac{1}{2}}}{\left\{ 1 - \frac{1}{d'}\left(\frac{1}{\rho'} - \frac{1}{d'}\right) 4\rho'^2 \sin^2 \tfrac{1}{2} e' \right\}^{\frac{1}{2}}},$$

in cui d' è dato da

$$d' = d + g,$$

li le grossezze delle lenti ed i quadrati delle loro aperture in confronto dei raggi di curvatura e delle distanze conjugate delle medesime, non che le variazioni che i poteri dispersivi delle loro sostanze producono sulla lunghezza delle dette distanze focali, le equazioni ottenute dal Lagrange sono così convenevolmente preparate, che si prestano con mirabile facilità e generalità a mettere in evidenza per ogni sistema di lenti le principali proprietà relative all'ingrandimento, al campo ed alla chiarezza.

si trova che la seconda distanza conjugata D' soddisfa all'equazione:

$$\frac{1}{D}+\frac{1}{D'}=\frac{1}{f},$$

in cui la distanza f è espressa da:

$$\frac{1}{f}=(\omega-1)\frac{1}{\rho}+(\omega'-1)\frac{1}{\rho'}+\frac{\omega}{d}-\frac{\omega'}{d'}.$$

Queste due ultime formole, nelle quali nulla è trascurato, sono analoghe a quelle approssimate già note, ma il valore di f, dato dalla seconda, è variabile col punto d'incidenza del raggio luminoso. Quando si omettono i quadrati di $2\rho\sin\frac{1}{2}e$, $2\rho'\sin\frac{1}{2}e'$, cioè i quadrati delle corde che uniscono i poli dei respettivi segmenti coi punti d'incidenza ed emergenza del raggio luminoso, non che la grossezza delle lenti, e si considera n costante pei raggi d'ogni colore, si ha $\omega=\omega'=n$, $d'=d$, e quindi

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{\rho}+\frac{1}{\rho'}\right),$$

valor costante per una medesima lente.

Queste formole suppongono che la lente sia convesso-convessa, e quindi che la prima superficie della medesima sia convessa verso l'origine, od il punto sull'asse da cui parte il raggio luminoso, e la seconda sia concava verso la stessa parte. Se la prima superficie della lente fosse concava verso la detta origine si cambierebbe in tutte le formole, ρ in $-\rho$, e se la seconda fosse convessa ρ' in $-\rho'$.

Il punto sull'asse corrispondente alla distanza d è supposto cadere dalla parte della lente verso l'origine, ed il punto corrispondente alla distanza d' dalla parte opposta. Se il valore dell'una o dell'altra di queste distanze risultasse negativo, ciò vorrebbe dire, che il punto corrispondente si trova situato nella parte contraria della lente a quella che suppongono le formole.

4.

Considerando ciascuna superficie rifrangente in particolare, ed applicando il processo di calcolo del Lagrange ai due sistemi d'equazioni trovate dal sig. Biot per rappresentare le due projezioni del corso del raggio luminoso dopo l'incontro con ciascuna di esse, si giunge parimente a quattro equazioni, due per ognuna delle projezioni, le quali danno a conoscere le relazioni che devono esistere fra le direzioni e posizioni respettive del raggio luminoso, comunque diretto, all'entrare nella prima superficie rifrangente del sistema ed all'uscire dall'ultima; e le quali ci palesano in un modo egualmente semplice le principali proprietà di cui godrebbero gli stromenti ottici, nella supposizione che sieno trascurabili le quantità sopra accennate. Queste proprietà sono tali che, se i detti stromenti potessero essere realmente costrutti nelle condizioni dalla detta supposizione richieste, non lascerebbero più nulla a desiderare rispetto alla loro perfezione; ma, si fatte condizioni non sono comunemente conseguibili nell'atto pratico. L'applicazione delle formole stesse ci fa vedere, che non è possibile dare agli stromenti ottici un forte ingrandimento ed un campo esteso, conservando nello stesso tempo una convenevole chiarezza e nitidezza delle immagini, senza supporre le dimensioni delle lenti e degli altri congegni aumentate ad un punto che gli artisti non saprebbero raggiungere. Spingendo le approssimazioni più oltre, coll'intento di conciliare gli stessi effetti con dimensioni minori, si dà in un'altro scoglio, poichè si trova che i coefficienti, i quali moltiplicano le coordinate dei punti radianti dell'oggetto, e quelle dei punti d'ingresso del raggio luminoso nel sistema, che nella prima approssimazione risultavano costanti, acquistano dei termini contenenti i quadrati o i prodotti delle coordinate medesime, ed i poteri dispersivi delle sostanze delle lenti, i quali termini col loro intervento fanno sì che le belle proprietà, di cui furono prima riconosciuti dotati gli stromenti ottici, cessano di sussistere nei limiti di questa seconda approssimazione. Per restituire ai detti stromenti le proprietà mancate e distruggere i difetti attinenti ai termini nuovamente introdotti, altro mezzo non si scorge che quello di farli sparire, an-

nullando in essi i fattori che moltiplicano le dette variabili o le loro potenze, mediante un' opportuna scelta dei valori degli elementi costanti da cui gli stromenti stessi sono costituiti, vale a dire, delle lunghezze dei raggi di curvatura delle superficie delle lenti, delle loro distanze reciproche, e dei rapporti dei poteri dispersivi delle sostanze diafane colle quali le lenti possano essere composte. La determinazione di un assortimento d'elementi confacenti a questo scopo costituisce, come è noto, il principal problema della teorica dell'aberrazione sferica e cromatica, teorica assai complicata per la moltiplicità dei termini che appariscono nelle espressioni dei suddetti fattori, e per la difficoltà d'impedire che le incognite destinate a soddisfare all'annullamento dei medesimi, non si elevino in essi al di là del minor grado possibile. Nulladimeno, considerando la semplicità e simmetria delle formole conseguite, ebbi il presentimento che, guidando il calcolo con qualche sagacità, si potrebbe ancora conservare nelle espressioni dei fattori summentovati una palese regolarità di composizione, e quindi concepii la speranza di poter giungere a tradurre in equazioni ancor trattabili le condizioni volute per l'annichilamento degli effetti di aberrazione.

5.

Condotto da queste riflessioni mi provai pertanto a comporre una nuova teorica degli stromenti ottici, della quale potessi servirmi di testo nelle lezioni di Fisica Matematica, che sono incaricato di dare in questa Università, partitamente in varii corsi annuali. Il mio tentativo non riuscì vano. Sarebbe difficile di far comprendere a chi non ha letto queste lezioni l'essenza dei processi impiegati, nel condurre il calcolo, per attingere lo scopo propostomi; ma una breve annunciazione dei risultati ottenuti servirà a dare almeno un' idea della generalità e novità della nuova teorìa.

Le ricerche fatte mi hanno condotto a riconoscere, che un sistema di lenti non può essere atto a riunire i raggi partiti da ciascun punto dell'oggetto nel punto corrispondente dell'immagine ed a formare di questa una rappresentazione simile all'oggetto, se non sussistono fra i suoi elementi otto equazioni

di condizione. Due di queste equazioni sono richieste, acciò i raggi emanati da un sol punto dell'oggetto, e caduti su tutti i punti della prima superficie del sistema, convengano in un sol foco o siano tutti paralleli all'uscire dall'ultima, e queste equazioni potrebbero chiamarsi equazioni di condizione per *l'aberrazione d'apertura*. Due altre equazioni devono essere soddisfatte acciò le dette proprietà sussistano indipendentemente dalla distanza del punto radiante dall'asse centrale del sistema, le quali potrebbero dirsi equazioni dovute alla distruzione *d'aberrazione di campo*. Due equazioni ancora devono essere verificate pel concentramento dei raggi che non stanno in uno stesso piano coll'asse centrale, e siccome l'errore, che nascerebbe senza la loro verificazione, sarebbe dipendente dall'angolo fatto dai due piani condotti per l'asse, uno passante pel punto radiante e l'altro pel punto d'incidenza del raggio sulla prima superficie obbiettiva, potremo brevemente indicarle col nome di equazioni per la distruzione *d'aberrazione diedra*. Finalmente le due ultime equazioni sono quelle volute per la compenetrazione dei raggi dei varii colori provenienti dalla dispersione o variabilità dei loro indici di rifrazione, le quali sono conosciute col nome *d'aberrazione cromatica*. Rispetto a queste faremo osservare che, quando si volessero annichilare anche gli spettri detti secondarii, esse monterebbero a quattro.

Comunemente gli stromenti ottici non offriranno, senza complicare di troppo la loro costruzione, tanti elementi arbitrarii da soddisfare a tutte le accennate equazioni, ed il calcolatore si troverà obbligato a preferire la verificazione di quelle la cui omissione lascerebbe sussistere gli errori più nocivi alla bontà dello stromento, riserbando le altre a dargli soltanto un criterio sulla grandezza degli errori a cui il medesimo potrebbe ancora rimanere soggetto.

6.

Già aveva esposto due o tre volte nei varii corsi delle mie lezioni questa nuova teoria, quando un giovine zelante per questi studii, il Dott. Forti, mi palesò il desiderio, qualora volessi prestargli consiglio e direzione, d'accingersi a fare un' ap-

plicazione numerica di essa alla determinazione dei raggi di curvatura della superficie di tre lenti atte a comporre un' obbiettivo esente, per quanto fosse possibile, dagli errori d'aberrazione cromatica e sferica. Questo esperto calcolatore corrispose pienamente al suo assunto; egli condusse a buon termine il suo calcolo, supponendo le tre lenti a contatto, e ne pubblicò i risultati in una Memoria, che lesse all'Accademia Valdarnese il cinque di Settembre 1852. I valori ottenuti dei raggi di curvatura avendo attratto l'attenzione di un ottimo giudice, l'esimio ottico Cav. Amici, il medesimo si mostrò propenso a costruire un' obbiettivo sulla norma di essi. Tale proposizione venne accolta con alacrità dal Dott. Forti, che intraprese tosto, per maggior sicurezza a ripetere il suo calcolo. Dal canto mio, volendo pur concorrere a sì nobile oggetto, ripresi a rivedere le formole, coll'intendimento di renderle più comprensive e più facilmente traducibili in numeri, poichè sotto la forma in cui erano, quando il Dott. Forti fece la sua prima applicazione, esigevano un calcolo alquanto prolisso. I nuovi studii mi condussero a scoprire alcune proprietà delle funzioni, che entrano nella composizione delle suddette formole, per mezzo delle quali il calcolo fu ridotto ad esigere un minor numero d'operazioni. Scortato da tali mezzi, il Dott. Forti potè ottenere più prontamente i nuovi valori dei raggi di curvatura delle lenti, che risultarono poco differenti dai primi, e che trasmise immediatamente al Cav. Amici. Il saggio fatto da questo Ottico riuscì favorevole quanto si poteva sperare, poichè costruì un obbiettivo di sei pollici d'apertura con soli cinquantadue pollici di distanza focale, che produce un' effetto di cui egli stesso fu grandemente soddisfatto.

A quest' applicazione il Dott. Forti ne fece tener dietro un altra. Calcolò un' oculare, composto di due lenti a contatto, per uso dei cannocchiali di teatro o galileani, lasciando indeterminato il rapporto della dispersione dei due vetri, per poi servirsene a soddisfare ad una delle equazioni di condizione dell'acromatismo. Il Prof. Amici ebbe la compiacenza di costruire quest' oculare per farne dono all'abile calcolatore, ed avendolo accoppiato ad un' obbiettivo acromatico di Lerebours, vidde che produceva un effetto migliore degli oculari comuni.

7.

Animato dal buon successo degli esperimenti eseguiti, mi sono determinato a rendere pubblica la teoria che somministrò le formule impiegate pel calcolo di quelle lenti, ed ho creduto opportuno di non dover sopprimere parte alcuna del testo delle mie lezioni, benchè talvolta vi siano inserite alcune semplici applicazioni che conducono a risultati già noti, non volendo perdere il vantaggio di rendere più familiare al lettore l'uso e l'interpretazione delle formole trovate, e d'aver occasione di correggere qualche errore frequente nei Trattati d'Ottica. Ho anche pregato il Dott. Forti a volermi comunicare un quadro degli sviluppi e dei calcoli numerici da lui eseguiti per pubblicarlo assieme, onde coloro che volessero intraprendere delle nuove applicazioni avessero sott'occhio un'esempio da seguire, al che egli ha liberalmente acconsentito.

(*Continua*)



SULLA RICERCA TOSSICOLOGICA DELL'ARSENICO;
DEL D. BLONDLOT.

(*Comptes Rendus*. XLIV. 1222)

Estratto.

Con esperienze dirette l'A. si è assicurato che nella distruzione o carbonizzazione delle materie organiche coll'acido solforico si produce una notabile quantità di solfuro d'arsenico, il quale si aggiunge a quello che ha origine dall'acido solfidrico generatosi nella putrefazione, e ambedue sfuggono all'analisi praticata secondo le norme ordinarie.

Questa trasformazione dell'acido arsenioso in solfuro, viene dall'A. spiegata colla equazione chimica seguente:



$$AsO^3 + 3 (SO^3) + C^6 = AsS^3 + 6CO^2 .$$

vanoplastica, e l'ha ridotta allo stato di perfetta neutralità agitandola con ossido di rame di recente precipitato. Si è servito per elettrode positivo di una lamina di rame e per elettrode negativo di una lamina di platino: la lamina negativa è stata dopo le esperienze, lavata, seccata rapidamente in una corrente d'aria fredda e secca, poi trattata con acido nitrico puro e di nuovo pesata.

Esperienze fatte con soluzioni allungate:

Deposito gr	*Peso disciolto* gr
0,411	0,406
0,514	0,507
0,049	0,045
0,098	0,084
0,194	0,168
0,332	0,312
0,285	0,237
1,791	2,768

Esperienze fatte con soluzioni concentrate:

Deposito gr	*Peso disciolto* gr
0,020	0,020
0,400	0,398
0,367	0,365
0,146	0,144
0,069	0,069
0,115	0,115

L'A. per costatare l'influenza, non avvertita neppure dal sig. Soret, dell'acido solforico libero nelle soluzioni, sul peso del rame depositato, ha fatto passare la corrente attraverso una soluzione acida ed una soluzione neutra ed ha ottenuto i seguenti resultati:

Solfato acido		*Solfato neutro*	
Depositato gr	*Disciolto* gr	*Depositato* gr	*Disciolto* gr
0,3970	0,399	0,400	0,398
....	0,549	0,550	0,545
0,0895	0,091	....	0,895
0,5060	0,523	0,527	0,517

Sembra dunque dimostrato che il solfato di rame co
sce un eccellente voltaimetro nelle condizioni seguenti: le
rienze non devono esser troppo prolungate; ed è necessario
soluzioni siano concentrate ed agitate in precedenza a c
esperimento con ossido di rame precipitato.

L'A. decomponendo un certo numero di sali di r
acidi organici, ha trovato quasi sempre che il deposito
giore di quello formato dal voltaimetro, che esso si mos
lorato in bruno e qualche volta in rosso vivo; che que
lorazione è dovuta alla formazione di una quantità più
considerevole di sottossido di rame, la di cui precipi
che si verifica sempre nelle soluzioni allungate traver
una corrente debole, esercita tanto minore influenza s
tura e peso del deposito, quanto più la corrente è in
quindi la decomposizione più rapida, talmente che se
impedire la formazione o almeno annullare l'influenza
gando una soluzione concentrata ed una corrente assa
ca. Però l'A. ha costatato che anche nelle soluzioni a
e sotto l'azione di una corrente debole, il primo depos
ricopre l'elettrode negativo è puramente metallico, e
colorazione rossa non comparisce che qualche tempo do
fine analizzando i depositi che gli sembravano assai r
sottossido, ha trovato che contenevano sempre una q
di rame più considerevole di quella che suol costituire il
sito del voltaimetro.

Sembra dunque all'A. dimostrato dai resultati di mol
esperienze che la produzione del sottossido di rame non deve essere attribuita nè alla ossidazione del deposito per via dell'ossigeno disciolto, nè all'azione della corrente sul sale nella soluzione, ma ad un' azione elettromotrice nell'ossigeno disciolto nel liquido, che d'altronde non si produce se non quando la corrente è stabilita e sparisce quando si manifesta l'idrogeno sulla superficie dell'elettrode negativo.

Così indipendentemente dalla formazione del sottossido di rame che non deriva in alcun modo dalla corrente, si può ritenere la legge di Faraday come verificata per i sali di rame, qualunque sia la natura del loro acido, sieno pure neutri o acidi o basici.

sà che i sigg. Matteucci e Becquerel facendo passare sa corrente in due soluzioni l'una di solfato di rame e li cloruro di rame, hanno trovato che il peso del de- rame che si forma in quest'ultimo, è doppio che nel 'A. ha ripetuta l'esperienza col far traversare da una debole il voltaimetro di solfato di rame ed una solu- nmoniacale di cloruro di rame, conteneute del rame o e perfettamente preservato dal contatto dell'aria; ha i seguenti numeri.

Deposito		
oltaimetro	*Cloruro di rame*	*Calcolo*
gr	gr	gr
0,0850	0,169	0,170
0,0475	0,095	0,095
0,1020	0,203	0,204

almente decomponendo i fosfati di argento sciolti nel- miaca, senza il contatto dell'aria, l'A. ha potuto de- che per un equivalente di elettricità si depone sempre ivalente di argento, qualunque sia la natura del fosfato o. Per i fosfati di rame non possono servire le soluzio- oniacali, perchè disciolgono il rame e sono poco a po- otte allo stato di sali di sottossido.



LETTERA CHIMICA SULL'AGRICOLTURA; DI GIUSTO LIEBIG. XXXIII.

(*Traduzione dalla Gazzetta Universale di Augusta Num.* 175. 24 *Giugno* 1857 *di G. P. di Parma*) (1).

Prima ch' io imprenda a dimostrare che l'attuale nostro sistema di agricoltura è un sistema depauperante, debbo pre-

(1) Il traduttore si riserva la proprietà ed il diritto di ristampa della presente traduzione.

mettere che non intendo già che ogni agricoltore lavorando i suoi campi nel modo per lui maggiormente profittevole operi contro le leggi della logica e della ragione: mentre al contrario sono d'avviso, che i nostri agricoltori pratici operano assai ragionevolmente e logicamente pel conseguimento di questo scopo. Essi conoscono in generale i mezzi di rendere produttivo un terreno sterile, ed impiegano tali mezzi, noti e provati da tempo infinito, con abilità e riflessione.

Un campo che diede un abbondante raccolto di grano riacquista col *lavoro meccanico* opportuno, e colla *concimazione* la capacità di fornire per la seconda volta lo stesso prodotto, come è noto al più rozzo villano che non sa leggere nè scrivere.

L'attuale sistema di coltivazione consegue effettivamente dei prodotti massimi, ottenendo maggior quantità di grano e di carne, e più a buon mercato che prima non facevasi, sovra una data superficie di terreno: ciò è incontrastabile e qui non trattasi di biasimare un tale sistema ma bensì di esaminare se esso sia razionale. Se gli abbondanti prodotti sono il risultato di una rurale economia per la quale il campo debba gradatamente perdere le condizioni della sua produttività, e venire esaurito; un tale sistema sebbene possa far ricchi coloro a cui toccano i maggiori prodotti non è conforme alla ragione.

Io so che la più gran parte degli agricoltori, è pienamente convinta che la sua rurale economia assicura ai campi una durata indefinita di fertilità; e se io giungo a destare qualche dubbio contro questa massima, avrò raggiunto un alto scopo. La semplice ricognizione dell'errore è sufficiente a rimoverlo per sempre.

Io non credo veramente più possibile di ridonare ai campi tutte quelle condizioni di produttività che loro vennero tolte dalla rurale economia usata insino ad ora; però usando ragionevolmente de' mezzi tuttor sussistenti, si potrà tanto ottenere da correggere in gran parte ciò che si è fatto sin quì.

Per farsi una chiara idea del dominante sistema di col-

tivazione converrà richiamare le più generali condizioni della vita vegetale.

Le piante contengono de' materiali combustibili, e degli incombustibili; questi ultimi sono i componenti delle ceneri superstiti alla combustione di qualsisia parte vegetale, ed i più essenziali nelle nostre piante coltivate sono l'acido fosforico, la potassa, gli acidi silicico, e solforico, la calce, la magnesia, il ferro, il sal marino.

Ritiensi ora come fatto incontrastabile che i componenti delle ceneri vegetali, sono alimenti, e perciò indispensabili alla formazione del corpo vegetale, e delle sue parti.

La pianta trae i materiali combustibili dall'acido carbonico, dall'ammoniaca e dall'acqua, i quali sono alimenti egualmente indispensabili.

Durante il processo vitale delle piante formasi con questi materiali il corpo vegetale, qualora l'atmosfera, ed il suolo somministrino contemporaneamente nella necessaria quantità e sotto giusti rapporti le indicate condizioni.

Gli elementi atmosferici non nutrono senza il contemporaneo concorso dei materiali del suolo, e questi non hanno azione veruna se manchino quelli. Entrambi denno sempre trovarsi uniti perchè la pianta possa vegetare.

Da ciò intendesi di per sè stesso che nessuno fra i singoli' alimenti dei vegetali ha maggiore importanza degli altri; e che tutti hanno per la vita della pianta un medesimo valore. Ma per l'agricoltore, il quale nel conseguimento de' suoi fini deve curare che i suoi campi contengano nella voluta quantità tutti questi materiali, hanno essi al contrario un diverso valore; imperocchè quando uno di essi manchi nel terreno non potrà calcolare sovra una raccolta se prima non dà al campo il materiale mancante, il quale in tal caso acquista un valore di preferenza relativamente agli altri contenuti nel suolo, come la calce nel terreno calcare in maggior quantità.

Tutti gli alimenti delle piante appartengono al regno inorganico. Gli aereiformi vengono introdotti per la via delle foglie, e i fissi per quella delle radici; ma i primi fanno spesso parte del suolo, nel qual caso ponno eziandio in-

trodursi per la via delle radici. Gli aereiformi sono mobili di lor natura, i fissi non ponno di per sè medesimi abbandonare il luogo in cui si trovano. Hannovi delle piante nell'America meridionale in luoghi ne' quali spesso per molti anni di seguito non piove, e quivi ricevono esse i loro materiali combustibili immediatamente dall'aria, o per mezzo della rugiada; e questa è una prova bastante che l'aria ne contiene una quantità sufficiente al loro sviluppo.

La quantità de' principii alimentari contenuti nell'aria è assai scarsa relativamente alla massa della medesima.

Se tutte le particelle di acido carbonico, e di ammoniaca che trovansi sparse o divise nell'aria venissero raccolte in uno strato intorno alla terra, codesti gas alla densità in cui si trovano al livello del mare, formerebbero quanto all'acido carbonico, uno strato di poco più di otto piedi, e quanto all'ammoniaca appena di due linee.

Amendue vengono tolti all'aria dalla vegetazione, l'atmosfera ne rimane perciò naturalmente impoverita.

Se l'intera superficie terrestre fosse un prato continuo dal quale si potessero ogni anno raccogliere cento quintali di fieno per ogni ectaro, verrebbe l'atmosfera in 21 o 22 anni spogliata dalle piante pratensi di tutto il suo acido carbonico, ed ogni vita avrebbe con ciò il suo termine.

L'aria cesserebbe di essere feconda per le piante, ossia di fornire una indispensabile condizione pel loro sviluppo.

Noi sappiamo che tutto è preveduto per la continua durata della vita organica. L'uomo e gli animali vivono delle piante; tutti gli esseri organizzati non hanno che un'esistenza passeggiera, e relativamente breve. Nel processo vitale degli animali, l'alimento che li sostiene cangiasi in ciò che esso fu alla sua origine; ed un analogo cangiamento subiscono sì gli animali che le piante dopo la loro morte. I loro elementi combustibili riduconsi di nuovo in acido carbonico ed in ammoniaca, amendue gasosi per natura, e riversantisi nell'atmosfera per servire alla formazione ed al mantenimento di una nuova generazione.

La durata della vita organica è come vedesi per rapporto ai principii combustibili di cui componesi il corpo ve-

getale ed animale strettamente collegato col rinnovamento di simili condizioni, per le quali il Creatore ha stabilito un grande circolo, al quale può l'uomo bensì prender parte, ma che si mantiene senza la sua cooperazione.

Dovunque l'alimento si accumula e cresce sotto forma di grano od altri prodotti del suolo, trovansi uomini ed animali che lo consumano, e per la imperiosa natural legge del proprio mantenimento lo convertono di nuovo e sempre ne' primitivi principii alimentari.

L'aria non è mai quieta; ed anche quando non spira il vento più leggiero, trovasi in un movimento continuo, di salita e discesa, e quanto perdette di principii alimentari pei vegetali, lo riceve all'istante da altre inesauribili sorgenti.

Da queste circostanze di fatto risulta che ben di rado l'agricoltore si trova nella necessità di fornire alle sue piante coltivate gli alimenti atmosferici; provvedendo a ciò una grande legge naturale, la quale non manca di farlo quand'anche desso non se ne dia pensiero come avviene al cultore de' boschi sulle terre del quale si accumula annualmente altrettanto e forse più di principii alimentari combustibili di quello che l'agricoltore non raccolga sovra una ugual superficie di terreno.

Se perciò l'agricoltore si accorga che il suo grano, e le sue barbabietole non vogliono prosperare, non dovrà cercare la ragione della scarsa raccolta nella mancanza di acido carbonico, o di ammoniaca; ed una prova che questi materiali non mancarono la troverà, purchè il voglia, dal vedere che nel campo vicino ad esso lussureggia il trifoglio, il che non sarebbe se esso non trovasse quivi alimenti a sufficienza.

Ora non essendo lecito supporre che la colonna d'aria sovrastante al trifoglio ed al grano, debba cedere più acido carbonico ed ammoniaca a quello che a questi, lo stesso è a dirsi del terreno. Su quello stesso campo nel quale avrebbe fatta una assai scarsa raccolta di materiali carboniferi ed azotati sotto forma di grano, può esso raccogliere senza veruna aggiunta il quadruplo ed il sestuplo di simili materiali sotto forma di foraggio.

La sorgente che ha forniti questi principii era dunque aperta per amendue i generi di piante, e la non riuscita del grano non è dipesa da mancanza di alimenti atmosferici; i quali all'incontro erano così abbondanti che l'erba del grano avrebbe potuto prenderne quattro o sei volte di più, ma questa sovrabbondanza rimaneva per essa senza effetto.

Una sostanza alimentare riesce inutile quando manchi un solo degli altri alimenti, che sono condizione dell'azione di quella. Non mancando gli alimenti atmosferici la cagione della scarsezza del grano deve cercarsi altrove, e precisamente nel suolo. Le piante da foraggio, e la pianta del grano abbisognano per prosperare degli stessi materiali inorganici, ma sotto rapporti ben differenti. La prosperità del foraggio dimostra che esso ha trovato nell'atmosfera e nel suolo, una conveniente proporzione di alimenti atmosferici e minerali, e la mala venuta del grano indica la mancanza di qualche cosa nel suolo. In tutti i casi ne' quali una pianta coltivata non prosperi devesi cercarne perciò la cagione prossima nel suolo, e non già nel difetto di alimenti atmosferici.

Quale è pertanto l'azione del suolo, ed in qual modo i suoi componenti prendono parte alla vegetazione?

Esaminiamo ora questa quistione un po' più da vicino.

Il processo della nutrizione è un processo di appropriamento degli alimenti. Una pianta cresce perchè aumenta di massa e questo aumento di massa si compie diventando le parti dell'alimento, parti del corpo vegetale.

Coll'acido carbonico si forma ad es. lo zucchero; l'acido silicico va a far parte dello stelo; la potassa trovasi negli umori; i fosfati di potassa, calce, magnesia, diventano materiali del seme.

Nel modo di agire di un alimento vuolsi distinguere la prontezza o rapidità dell'azione, e la sua durata.

In generale l'azione dipende dalla somma delle parti attive, corrispondente alla quantità sopratutto che in un periodo di vegetazione può ingerirsi, e viene ingerita dalla pianta. Una quantità minore scema la raccolta, ma una sovrabbondanza non la eleva oltre certi confini. Il di più agi-

Dietro ciò, d'ora innanzi, non si dovrà limitare a trattare il carbone resultante con acqua bollente; ma sibbene dopo questo trattamento occorrerà sottoporre quel carbone, come appunto insegna l'A. a replicati lavaggi con acqua ammoniacale, evaporare a siccità la soluzione resultante, trattare il residuo con acido azotico onde trasformare il solfuro d'arsenico in acido arsenico, evaporare di nuovo a siccità, e riprendere il residuo con acqua bollente; quest' ultima soluzione acquosa sarà un secondo liquido atto ad essere introdotto nell' apparecchio di Marsh.



NOTIZIE INTORNO AI MICROMETRI FORMATI NEL CAMPO OSCURO DI UN CANNOCCHIALE CON LINEE CHIARE E PUNTI LUMINOSI; DEL PROF. GIOVANNI SANTINI.

(*Atti dell'I. e R. Istituto Veneto, Seduta dei* 19 *Gennajo* 1857).

1. È noto, che l'occupazione principale e più interessante dell'astronomia pratica è rivolta a determinare con ogni possibile precisione la posizione di un astro nella sfera celeste relativamente al piano dell'equatore, per il quale oggetto richiedesi, che si possano ad un istante dato qualunque assegnare le due coordinate, che vengono generalmente designate coi nomi di *ascensione retta*, e di *declinazione*. Non intendiamo qui di rivolgere la nostra considerazione alla generale risoluzione di questo problema, per il che trovansi gli opportuni precetti in tutti i corsi di astronomia; ma vogliamo limitarci al modo di operare per assegnare l'AR, e la declinazione di un astro riferendolo ad altri astri ad esso vicini, e già precedentemente bene determinati per modo, che si tratti soltanto di assegnare la differenza delle due sue coordinate rapporto a quelle dell'astro conosciuto. Ora la risoluzione del problema nel caso speciale, di cui parliamo, riesce di somma facilità, ed anche

precisione nell'odierno stato della meccanica pratica e dell'ottica, se gli astri, dei quali richiedesi la posizione, abbiano un grado di luce abbastanza forte per potersi vedere con un piccolo grado di illuminazione artificiale valevole a rendere visibili entro il campo oscuro del cannocchiale quei sottilissimi fili tesi in date direzioni, per lo più paralelle all'equatore, ed ai circoli di declinazione, appellati micrometri, col mezzo dei quali si assegnano le differenze di AR, e di declinazione, mediante precetti esposti in tutti i corsi di astronomia. Ma la cosa riesce di una grande difficoltà, qualora trattasi di dovere determinare la posizione di astri di luce tenuissima, come sono le stelle di 10ª, 11ª, 12ª, grandezza, e di grandezze anche minori, e delle comete di debolissima luce, pei quali oggetti riesce impossibile d'illuminare anche debolmente il campo del cannocchiale per poterli riferire ad astri determinati col mezzo dei micrometri filari, dei quali abbiamo fatto cenno, poichè non valgono a superare col debole loro splendore l'impressione formata nel nostro occhio dalla estranea luce introdotta nel campo per la visibilità dei micrometri. Il bisogno di determinare la posizione delle piccole comete telescopiche, che si vanno continuamente discoprendo dalla vigilanza degli astronomi osservatori, e più ancora dei piccoli pianeti scoperti in numero prodigioso in questi ultimi tempi, e di procurare un'esatta cognizione delle più minute stelle, colle quali questi vanno così facilmente confusi, dimostrò ben tosto la necessità di abbandonare l'uso dei micrometri a fili sottilissimi non discernibili in campo oscuro, e di ricorrere ad altri mezzi, coi quali si potesse ottenere la posizione di questi corpi celesti di una luce sì scarsa. Si ebbe ricorso ad apparati micrometrici applicati ai diaframmi dei cannocchiali nella posizione, in cui risiedono le immagini prodotte dagli obbiettivi, formati con fili metallici di sufficiente diametro per essere veduti in tempo di notte a campo oscuro in virtù della debole luce stellare diffusa per lo spazio; e meglio ancora mediante sottili lamine metalliche, alle quali si osservano i tempi degli appulsi, e sortite degli astri per dedurne le loro apparenti posizioni scambievoli. Si ottennero

in questa guisa preziosi risultati mediante i micrometri romboidali, i micrometri circolari, ed altri simili apparati, che vennero applicati a semplici cannocchiali, a macchine paralattiche di minori dimensioni destinate a determinare con facilità e prontezza le differenze di ascensione retta e declinazione. Tuttavia non è a negarsi, che non si potesse raggiungere col mezzo loro quel grado di esattezza, che si otteneva dalle maggiori macchine disposte sul piano del meridiano con fili sottilissimi, sì perchè non era possibile di applicare a questi grandi e costosi stromenti i predetti apparati micrometrici senza rimuovere gli altri con grave danno pel continuo cambiamento, a cui venivano a sottoporsi gli elementi costanti per la riduzione delle osservazioni fondamentali più interessanti, alle quali sono destinati gli stromenti meridiani; sì perchè non sono suscettibili dell'ultima esattezza le osservazioni fatte ai micrometri con fili grossi, o lamellari per la incertezza degli appulsi, o sortite dei centri degli astri dipendente dalla difficoltà di vederli all'oscuro, e più ancora per certe incertezze variabili dipendenti dai fenomeni della diffrazione della luce nel suo appulso a lamine sottili. Per queste ragioni era desiderabile di potere applicare ai maggiori stromenti fissi meridiani degli apparati che non alterassero i consueti micrometri filari sottilissimi, e fossero di tale natura da potersi adoperare in campo oscuro per la osservazione degli astri di debolissima luce.

2. La prima idea d'illuminare i fili senza illuminare il campo è dovuta al celebre Fraunhofer, a cui l'ottica pratica e teorica sono debitrici di tanti progressi. Verso il 1822 egli costruì un micrometro filare a fili mobili da applicarsi ad un equatoriale, od altro cannocchiale montato sopra robusto piede con un apparato rotatorio intorno ad un asse, disposto in modo da potere col principio delle ripetizioni misurare le distanze scambievoli, e gli angoli di posizione delle stelle doppie; praticò nel tubo contenente i fili micrometrici una piccola apertura laterale circolare nel prolungamento del piano di detti fili, alla quale applicò un vetro piano per impedire che penetrasse entro il tubo la polvere, od altri piccoli corpuscoli vaganti per l'aria, che avrebbe-

ro potuto turbare la nettezza dei fili e del campo. Una piccola lanterna sospesa di faccia a questa apertura conduce lateralmente sui fili una debole quantità di luce, parte della quale viene dai medesimi riflessa verso l'occhio, e li rende debolmente visibili, mentre l'altra porzione, continuando il suo cammino, viene ricevuta ed estinta nell'opposta parete laterale preparata convenientemente a tale ufficio con averla diligentemente annerita. In tal guisa il campo del cannocchiale rimane all'oscuro, e solo vedonsi i fili micrometrici debolmente illuminati, ai quali perciò si possono comodamente riferire le posizioni degli astri che lo attraversano. Nello scorso Settembre vidi uno di questi apparati molto diligentemente ed accuratamente costruito dal rinomato ottico sig. Plössl, da cui ei si riprometteva un ottimo effetto, destinato ad un grande cannocchiale con montatura orizzontale, che egli aveva in commissione. Il prezzo dell'apparato micrometrico veniva accennato di fior. 300.

Un secondo progetto molto ingegnoso è dovuto al sig. Steinheil di Monaco, ottico e fisico distinto, direttore di uno stabilimento ottico in quella rinomata città. Ei ne diede la descrizione nel N.° 117 delle *Astron. Nachr.* fino dall'anno 1837, appoggiandosi ad una ben nota proprietà delle lenti, dalla quale trasse già il Gauss un egregio partito per misurare diligentemente le distanze angolari dei fili micrometrici degli stromenti astronomici. La proprietà alla quale intendo alludere è la seguente: Se nel foco di una lente si colloca un punto luminoso, od un piccolo oggetto qualunque illuminato, i raggi di luce da esso emanati verso la lente sortono dall'opposta parte in direzioni parallele ai raggi principali guidati da cadaun punto dell'oggetto stesso al centro della detta lente.

Ciò premesso, eccovi il fondamento del progetto del sig. Steinheil. Fingasi di avere un buon cannocchiale di cinque o sei piedi di distanza focale, il quale in conseguenza abbia un obbiettivo di cinque o sei pollici di apertura, quali appunto sono le dimensioni ordinarie dei cannocchiali applicati ai migliori stromenti meridiani dei nostri giorni. Fingasi in pari tempo di avere un minore obbiettivo acromati-

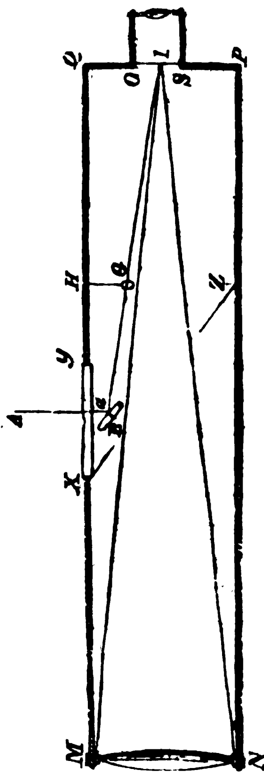
co di circa 10 linee di apertura, avente la distanza focale di circa 12 pollici legato nel suo anello, al quale siano raccomandate due piccole asticelle aventi la precisa lunghezza focale del supposto obbiettivo, sostenenti il semplice contorno di un telaio rettangolare, a cui siano raccomandati dei sottilissimi fili micrometrici tesi in direzioni paralelle ai lati del telaio. Se questo secondo apparato si applica all'obbiettivo del cannocchiale maggiore per modo, che la lente minore ne occupi la parte centrale, ed il telaio trovisi perciò in una direzione ad esso paralella ed esterna, rivolto il cannocchiale all'aperto cielo, vedonsi i fili sottilissimi del telaio dipinti accanto ai fili micrometrici del cannocchiale come se fossero tesi nel campo, e con la stessa chiarezza con cui appariscono gli oggetti portati ad una distanza infinita.

Dopo ciò è chiaro, che in tempo di notte illuminando lateralmente i fili del telaio mediante una lanterna posta in disparte, la maggior parte della luce verrà a disperdersi per lo spazio, e quella piccola porzione riflessa dai fili verso l'obbiettivo servirà a renderli visibili sotto la forma di linee chiare sospese nel campo oscuro del cannocchiale, alle quali sarà possibile riferire gli astri, che tacitamente lo vengono attraversando condotti dall'equabile moto diurno della terra. Non credo dovere entrare in alcun dettaglio per descrivere minutamente l'apparato, il quale deve essere applicabile al cannocchiale in modo invariabile e determinato, perchè possa servire a determinare con precisione le differenze di AR, e di declinazione degli astri, giacchè questo progetto comunque ingegnoso, non sarebbe troppo a raccomandarsi, perchè viene a togliere la parte centrale del cannocchiale, ed a diminuirne notabilmente l'effetto ottico.

3. Richiamati così in via storica i tentativi fatti per rappresentare in campo oscuro delle linee sottilissime visibili, ad oggetto di riferirvi la posizione degli astri più deboli senza bisogno di straniera luce, che nuoce alla loro visibilità, esporremo brevemente gli apparati immaginati dal chiarissimo Professore Stampfer, dai quali si ottengono preziosi risultati negli Osservatorii di Vienna, e di Kremsmünster. E

loro vantaggio sommo di non turbare i comuni apparati micrometrici, dei quali si può far uso colla illuminazione del campo in concorso di essi, od anche senza, secondo il bisogno, ed in campo oscuro, mentre cessa la visibilità dei micrometri filari consueti, danno mezzi semplici per determinare con somma esattezza la differenza delle ascensioni rette, e declinazioni degli astri, se vengono stabilmente applicati agli equatoriali, od ai circoli meridiani.

Ecco le basi fondamentali della loro costruzione.



MNPQ rappresenti il cannocchiale del circolo meridiano, di cui sia MN l'obbiettivo, avente il suo foco in I, per modo che nel piano eretto sopra O S normalmente al piano della tavola si trovi il diaframma contornante il campo visibile del cannocchiale, a cui sono applicati i fili verticali sottilissimi inservienti a determinare le AR, ed il filo orizzontale per le declinazioni degli oggetti celesti.

XY sia un'apertura laterale conducente la luce di una lanterna nella direzione AB, la quale incidendo in uno stretto anello elittico XZ polito a specchio illumina l'interno campo del cannocchiale, e rende visibili i fili micrometrici ordinarii fissi in OS. Si modera, come è noto, la quantità della luce mediante una forbice, che chiude in tutto od in parte l'apertura XY.

Si chiude l'apertura XY con un vetro piano spolito, la cui superficie inferiore rivolta all'interno del cannocchiale sia ricoperta di una forte vernice nera che intercetti il passaggio alla luce nella parte centrale, lasciandole adito all'intorno in un anello circolare, che all'uopo può venire ricoperto

da diaframma mobile. Ciò presupposto, fingansi con una punta sottile tracciate alcune linee paralelle, equidistanti, od anche alcuni punti equidistanti situati in una linea retta, ad oggetto di toglierе da essi la vernice, e fingasi fissato in B un piccolo specchio piano sottoposto alla parte della lastra XY inverniciata. La posizione dello specchio sia tale, che rifletta i raggi provenienti dalla lucerna nella direzione Aa per le linee tracciate, o per i punti anzidetti verso il foco I dell'obbiettivo.

Prima però di giungere al foco I, i raggi divergenti di luce provenienti dalle lineette si fanno attraversare una piccola lente sostenuta in G da un gambo fisso HG, la quale li riunisca e produca esattamente nel piano OIS l'immagine delle linee, o dei punti tracciati nella parte inferiore della lastra XY.

Dietro ciò è palese, che se si lascerà aperta tutta la lamina XY si avrà il campo illuminato debolmente dalla luce ordinaria, e si vedranno pendule in esso le immagini delle linee chiare, che si potranno con convenienti movimenti condurre in prossimità dei fili ordinarii micrometrici, renderne le scambievoli loro posizioni paralelle, e determinarne rapporto ad essi la posizione. Se in luogo di piccole linee siano stati praticati tenuissimi punti, si vedranno altrettante piccole stelle fisse nel campo, disposte in linea retta, che potrà rendersi paralella con opportuni movimenti nella lamina XY alla linea orizzontale, a mezzo della quale si osservano le distanze zenitali degli astri.

Quando poi la retta posizione delle linee o dei punti luminosi sia bene stabilita, e si conosca relativamente al filo meridiano, è palese che ricuoprendo col diaframma quella porzione di luce, che emana dalla lucerna allo specchio elittico XZ, non rimane nel campo che la debole quantità di luce convergente alle immagini delle linee o dei punti, i quali oggetti si presentano fissi in campo oscuro, e servono a meraviglia a determinare la posizione delle comete, dei nuovi piccolissimi pianeti, e delle più deboli stelle del firmamento.

Tale è all'incirca la recente disposizione data dal sig.

direttore Carlo Littrow negli apparati applicati al circolo meridiano, ed allo stromento dei passaggi nell'I. R. Osservatorio di Vienna, di cui ebbe la gentile compiacenza di mostrarmi l'ottimo effetto nello scorso mese di Settembre. Con movimenti pronti, sicuri, molto bene intesi, eseguiti con somma diligenza dall'abilissimo meccanico Gustavo Starke si può far uso ora del micrometro ordinario, ora di tutti e due contemporaneamente, ora delle sole linee chiare.

Il sig. Littrow ha applicato tanto al circolo meridiano, quanto allo stromento dei passaggi, gli apparati delle linee chiare. Nel circolo meridiano sono lunghe; nello strömento dei passaggi diretto alla osservazione delle zone sono più brevi, disposte ad uguali intervalli nel senso della declinazione, per modo che danno con facilità la differenza di declinazione dei diversi astri, che vengono ad attraversarne il campo.

Se poi si preferisca l'uso dei punti luminosi, allora si conduce colla vite delle distanze zenitali l'astro da determinarsi in posizione tale, che attraversi il campo in modo da sovrapporsi ai punti fissi; l'appulso a cadauno di essi ricondotto al meridiano con le note distanze condurrà a conoscerne l'AR; e la divisione letta nel circolo ne darà la declinazione, come praticasi coi micrometri ordinarii. All'Osservatorio di Kremsmünster si fa uso di due punti luminosi fissi, ed in vero è meravigliosa la coincidenza dei risultati con essi ottenuti dal sig. Ressluber direttore di quell'Osservatorio.

4. Per l'esattezza istorica devo però avvertire, che la descrizione di questi apparati è consona a quello che si è praticato nell'Osservatorio di Vienna, descritto dal signor Littrow negli annunzii delle sedute della I. R. Accademia di Vienna pel mese di Marzo 1856. La disposizione suggerita di preferenza dal sig. Stampfer è un poco diversa. Ei preferisce d'introdurre la luce per la lastra piana di vetro XY direttamente senza apporvi vernice dall'opposta parte, ed in luogo di riceverla in un piccolo specchio piano B, la riceve in una piccola sfera di metallo polita a specchio, od

anche in un piccolo globuletto sferico di vetro ripieno di mercurio simile a quello di un termometro. Questo specchietto sferico rimanda la luce alla lente G, la quale dev'essere disposta in modo da riunire i raggi divergenti in I, e produrvi l'immagine della sferetta sotto la forma di una piccola stella. Una bene combinata serie di diaframmi regola la quantità della luce per modo, che la stella artificiale può farsi passare gradatamente dalla 5ª. alla 12ª. grandezza, e quindi ridursi propria a confrontarvi le più deboli stelle.

Egli è poi palese, potersi disporre in B una serie di due, o più globuletti eguali in modo da produrre a distanze fisse due o più punti luminosi in linea retta, i quali servano a dare più determinazioni della posizione di una stella, mentre passa pel meridiano. Il sig. Stampfer nel vol. XXI delle osservazioni di Vienna, e nel mese di Aprile e Maggio degli annunzii accademici sopraccitati, dà una particolare descrizione di questi apparati con le avvertenze pratiche, che richiedonsi per la loro costruzione e verificazione, e soggiunge, che sarebbe opportuno disporre due serie di punti luminosi paralelle fra loro ed al filo orizzontale, molto vicine, fra mezzo alle quali facendo passare la stella da determinarsi, si otterrà nei risultati maggiore precisione, difficile essendo il giudicare della esatta coincidenza delle stelle col centro dei punti luminosi quando si conducono a sovrapporli.

5. Si può ora domandare quale dei due sistemi sia da preferirsi: se quello delle linee o dei punti luminosi? L'esperienza dovrà deciderlo; a me sembra che quello delle linee in piccolo numero, e bastantemente remote sia preferibile, perchè più pronto e meno complicato. Tuttavia non è a negarsi, che tali linee non siano per diffondere pel campo qualche piccola quantità di luce in copia maggiore di quella a cui si possono ridurre i punti luminosi; quindi a questi pei casi più difficili di corpi sommamente deboli dovrassi avere ricorso; ma pei casi ordinarii io crederei doversi attenere alle piccole linee, tanto più, che l'esperienza mostra, che nella ordinaria disposizione dell'occhio una

debole quantità di luce aiuta la visione dei più minuti oggetti dispersi pel campo (1).

Terminerò questa relazione con riferire eziandìo le formole valevoli a determinare il rapporto fra le distanze delle linee tracciate nella piastra XY; la distanza focale della lente G, e l'angolo sotto cui vedonsi nel campo del cannocchiale le distanze delle linee luminose.

Sia pertanto P la distanza focale dell'obbiettivo; p la distanza focale della lente G; sia GI il viaggio del raggio luminoso centrale irrefratto, e pongasi $AB+BG=a$; $GI=b$; z sia la distanza di due punti, o di due linee prossime tracciate nella lastra XY; z' la grandezza dell'immagine di z nel piano del campo; φ l'angolo da z' sotteso nel centro dell'obbiettivo.

Sarà dietro i principii dell'ottica da me anco esposti nel primo volume della *teorica degli stromenti ottici*:

(1) $$\frac{1}{p}=\frac{1}{a}+\frac{1}{b}, \text{ cioè } p=\frac{ab}{a+b}$$

(2) $$z'=\frac{b}{a}z$$

(3) $$\varphi=\frac{z'}{P}=\frac{b}{a}\cdot\frac{z}{P}.$$

Il sig. Stampfer rimarca, che per non turbare con luce estranea il cono luminoso MIN proveniente dall'obbiettivo, giova stabilire a non minore di $2b$, ed in generale a molto prossimo a $2b$.

Ponendo pertanto $a=2b$, si dovrà porre $p=\frac{2}{3}b$

(1) Accade sovente, in sere molto oscure, se sia assente la luna a notte inoltrata, di non poter vedere il campo del cannocchiale, se l'occhio trovisi nello stato abituale di scrivere, ed osservare in camera anche debolmente illuminata, nè di riuscire a vedere le picoole stelle senza allontanare ogni traccia di luce della camera, e rimanervi per qualche tempo all'oscuro; ma tosto che s'introduce nel campo del cannocchiale una tenuissima traccia di luce, apparisce questo per intero con le più minute stelle, se anche non sia essa valevole a far percepire i consueti sottilissimi fili micrometrici.

si avrà poi

$$\varphi = \frac{1}{2} \cdot \frac{z}{P},$$

e perciò

$$z = 2P.\varphi = \frac{2p.\varphi''}{206265}.$$

Sia ad esempio P=60 pollici; si troverà

$$z = \frac{2.60}{206265} \cdot \varphi'' = \frac{1.\varphi'}{1718,88}.$$

Se dovesse essere $\varphi''=240''$ si otterrebbe

$$z = \frac{1}{7,162} \text{ poll.}$$

cioè

$$z = 1^{\text{lin}}, \frac{2}{3} \text{ circa.}$$

Ponendo $z=2$ linee, si troverà $\varphi=4'.46'',48$, che ridotti in tempo darebbero 19″,1.

Se pertanto si tendessero nel campo del cannocchiale 3 linee chiare provenienti da linee tracciate sulla lastra XY distanti fra loro di 2 linee del piede di Parigi, e si riducessero paralelle al filo meridiano, le stelle equatoriali impiegherebbero 19″,1 a passare da una all'altra, e porgerebbero un metodo pronto, e sicuro per determinare la differenza delle AR. In pari tempo incidendo nella vernice della medesima lastra tre tenuissimi punti aventi per diametro circa $\frac{1}{60}$ di linea situati in una linea retta perpendicolare alle linee chiare condotta per la loro metà, e disposti in modo, che il primo precedesse la prima linea di circa 15″ di tempo, e l'ultimo seguisse la terza di altrettanto, rimanendo il 2° in vicinanza della linea meridiana, si avrebbe un modo pronto e sicuro per determinare le distanze zenitali nel meridiano; imperocchè l'immagine di questi punti si produrrebbe nel campo del cannocchiale sotto la forma di tre pic-

cole stellette fisse del diametro apparente di circa 2",5, colle quali portando in coincidenza gli astri, si avrebbe la loro distanza zenitale. In vero uno solo sarebbe a ciò sufficiente; gli altri possono servire di riscontro alla coincidenza, ed anche somministrare, notando il tempo degli appulsi, un nuovo confronto per determinare con maggior precisione la differenza delle AR.

Questa disposizione sembrerebbe molto opportuna, perchè per una parte non obbligherebbe l'occhio ad una soverchia tensione, la quale riesce sempre molesta e perniciosa ove occorra di fare molte osservazioni, sopra tutto quando si debbano alternare, siccome accade generalmente, osservazioni di astri debolissimi, con la lettura delle distanze nelle divisioni del circolo, e d'altronde le linee luminose, ove siano convenientemente regolate non diffonderanno nel campo che una tenuissima quantità di luce comportabile nella maggior parte dei casi colla debole luce dei nuovi asteroidi e delle comete.

Il sig. Littrow ha preferito per la osservazione delle distanze zenitali nel suo stromento dei passaggi destinato alla osservazione delle zone, di tracciare delle sottilissime linee orizzontali, a tratti interrotti, le quali si presentano come linee luminose vicinissime, a tratti pure interrotti, in mezzo alle quali conducesi l'astro da osservarsi. Essendo la loro distanza di circa 20", si giudica con molta precisione la posizione dell'astro, che la divide a metà, come suolsi praticare eziandìo nella osservazione delle distanze zenitali fra due sottilissimi fili oscuri.

Osserveremo per ultimo, che non piccole sono le difficoltà pratiche di queste ingegnose ed utili disposizioni, le quali sono state superate con molta abilità dal sig. Gustavo Starke nell'I. R. Istituto politecnico di Vienna. Le linee luminose sono dotate di una grande nettezza, prive (almeno sensibilmente) delle irregolarità della incisione nella vernice. La vernice è stata procurata con negrofumo, e copale, resa fortemente aderente al vetro; le linee furono incise con uno scalpello finissimo (per quanto riferisce eziandìo il sig. Stampfer) non eccedenti in diametro la terza parte

dei fili di ragno. Si evitano le irregolarità prodotte dalla diffrazione introducendo la luce proveniente dalla lucerna per la superficie anteriore di un vetro piano spolito, o per un sottilissimo foglio di carta bianca, e moderandone l'intensità con opportuni diaframmi. Tutto l'apparato dev'essere stabilmente collocato entro il tubo del cannocchiale, in posizione tale, che non turbi il viaggio dei raggi luminosi provenienti dagli astri per l'obbiettivo. Quindi lo specchio B deve avere piccole dimensioni; la lente G, che avrà una distanza focale determinata dal rapporto, che si stabilirà fra le distanze BG e GI (e sarà nei circoli meridiani di circa 6 $^1/_2$ pollici) non potrà avere tutta la sua apertura, ma dovrà ridursi ad un piccolo segmento centrale di tre o quattro linee di diametro. È poi di somma importanza, che rimangano inalterabili le posizioni scambievoli dello specchio B, della lente G e del piano OS, in cui si formano le immagini dell'obbiettivo, perchè le piccole variazioni indotte nella posizione della lente o dello specchietto producono spostamenti molto maggiori nella situazione e chiarezza delle linee lucide, alterando i costanti, che servono alla riduzione delle osservazioni.



SOPRA UN NUOVO FENOMENO DI STEREOSCOPIA;
DEL PROF. A. CIMA.

Avendo dovuto in questo ora scorso anno scolastico trattare dell'ottica in un modo molto esteso, ebbi occasione di fissare la mia attenzione sopra alcuni fenomeni riferibili alla visione, o affatto nuovi, o almeno non sufficientemente studiati dai Fisici.

Cotesti fatti sono:

1°. Una nuova maniera di ottenere effetti quasi identici a quelli che si ottengono collo *stereoscopio*, ma che di-

pendono da una cagione diversa da quella che ad essi si attribuisce, stando alla esatta teoria che ne diede il sig. E. Brucke.

2°. La percezione dell'immagine d'un oggetto per mezzo d'uno degli occhi sul quale non agisce direttamente l'oggetto stesso.

3°. L'influenza delle piccole aperture interposte tra l'occhio e i piccoli oggetti, sul grado di chiarezza che acquistano gli oggetti stessi collocati ad una distanza minore della distanza della visione distinta, e sull'ingrandimento dei medesimi.

Di questi tre fatti il primo è affatto nuovo, e fui condotto a stabilirlo dietro l'osservazione di due fenomeni che ne sono per così dire gli elementi essenziali: gli altri due sono stati già osservati da altri, ma dei medesimi non si è, a parer mio, data finora una spiegazione soddisfacente.

Tratterò in questo scritto del primo solamente di quei tre fenomeni, non essendo ancora sufficienti gli studii che ho finora potuto fare intorno agli altri, che formeranno l'oggetgetto di altre due memorie distinte.

Si abbia la figura d'una testa dipinta di faccia, dell'altezza di 3 a 4 centimetri. Si tagli questa figura in due parti, secondo una linea che si confonda coll'asse verticale del naso. Si allontanino l'una dall'altra queste due mezze faccie, mantenendole nello stesso piano, quindi si collochino dinanzi agli occhi ad una distanza minore della distanza della visione distinta, facendo convergere convenientemente gli assi ottici, ed accostando od allontanando l'una dall'altra le due mezze faccie, finchè si veda duplicata l'immagine di ciascuna di esse, e in modo che le due immagini di mezzo si ravvicinino talmente da formare la faccia intiera.

Chi fa per la prima volta questa esperienza, non potrà non restar sorpreso nel vedere l'immagine di questa faccia intiera così ottenuta, presentare l'apparenza d'un oggetto solido. I chiaro-oscuri vi si vedono fusi e amalgamati, come

in una figura modellata; il naso si distacca benissimo dal resto della faccia, i zigomi, le sopraciglia, il mento si mostrano rilevati convenientemente. Tutta la figura si distacca dal fondo su cui è dipinta, ed acquista un'espressione sorprendente, talchè par viva.

La distanza reciproca a cui bisogna collocare le due mezze faccie, e la distanza alla quale è duopo collocare le medesime dagli occhi per avere l'effetto migliore possibile, varia da un individuo ad un altro, e non può determinarsi che a tentone.

Questa apparenza di solidità che acquista codesta figura è tanto più sensibile, quanto più a lungo si fissano gli occhi sulla medesima.

Per fare queste sperienze mi sono servito di figure incise o litografate in nero, oppure anche di litografie colorate, o finalmente di figure delineate e ombreggiate solamente colla matita. In quest'ultimo caso se la figura è contornata da un campo nero acquista l'apparenza d'una testa modellata in gesso o in marmo. Nel caso di figure incise, litografate o colorate, quel campo nero fa rilevare molto meglio la figura se questa abbia il capo ornato o coperto d'un velo bianco, d'una cuffia, ec.

Per facilitare la verificazione di questo fenomeno in un modo comodo ed esatto, si può far uso d'una sottile assicella di forma rettangolare dell'altezza di 10 centimetri su 20 di lunghezza e colorita in nero. Su i lati opposti maggiori di questo rettangolo vi sono due scanalature in senso opposto, nelle quali si fanno scorrere due sottili cartoni su cui sono attaccate le due mezze faccie.

Fui condotto a tale risultato partendo da questi due fatti.

Se noi guardiamo ad una distanza minore di quella della visione distinta una carta bianca sulla quale siano tracciate delle linee nere sottilissime e a piccola distanza fra di loro, come sono quelle con cui si rappresentano le acque nelle carte geografiche, abbiamo l'impressione d'una superficie d'un colore più o meno grigio, secondo che quelle linee sono più o meno grosse, più o meno ravvicinate fra di loro. In altri termini non distinguiamo più i limiti di quegli spazii bianchi

e neri, ma abbiamo una impressione mista risultante dal bianco e dal nero insieme, ossia abbiamo l'impressione del grigio.

Questa carta intanto ne presenta l'aspetto d'una superficie diversamente illuminata nelle sue diverse parti, se quelle linee variano da un punto ad un altro per lo spessore e per la distanza reciproca, o ne mostra l'apparenza d'una superficie uniformemente poco illuminata se quelle linee sono tutte ugualmente distanti fra di loro e d'uguale grossezza.

Ora nelle figure incise o litografate, come in quelle fatte colla matita, le ombre vengono imitate per mezzo di linee o di punti neri, più o meno grossi. Guardando queste figure da una certa distanza si vede nettamente il confine tra le porzioni rimaste bianche sulla carta e quelle che sono coperte di nero; e l'illusione prodotta dal raccozzamento delle medesime è quasi nullo, perchè nonostante anche gli effetti prodotti dalla irradiazione, vediamo troppo distinte fra di loro le porzioni nere dalle bianche. Quindi non nasce in noi una impressione perfettamente identica a quella che producono le parti meno illuminate od oscure di una figura.

Ma collocando questa figura molto vicino all'occhio scompariranno le linee nere e le bianche, si avrà l'impressione del grigio che imiterà perfettamente il colore che manifestano le parti meno illuminate della medesima. Inoltre questo grigio presenterà quelle graduazioni tutte che mostrano i diversi punti di quella figura che vogliamo rappresentare come più o meno illuminate.

L'altro fatto che mi ha condotto all'osservazione di cui ci occupiamo è il seguente:

Si dipinga una superficie a scacchiere in modo che le caselle, come appunto nello scacchiere, siano alternativamente bianche e nere. La figura di cui mi sono servito aveva le caselle quadrate di 7 millimetri di lato. Si guardi questa superficie accostandola molto vicino all'occhio, e si vedrà che le caselle bianche diventano più grandi, in modo che i punti di loro reciproco contatto, ossia gli angoli si convertono in linee d'una certa lunghezza ugualmente inclinate su i lati dei quadrati. Le linee di contatto tra le caselle bianche

e nere si convertono in striscie d'un colore grigio e che va sfumandosi. La parte media di ciascuna casella si mantiene bianca, ma contornata come è da quella striscia grigia che va crescendo di tono come più si accosta alla casella nera, pare rilevata e rotondeggiante verso i suoi bordi. All'incontro le caselle nere diventano più piccole e sembrano come infossate.

Se invece di servirmi d'una figura a scacchiere dispongo su d'una superficie nera un certo numero di piccoli circoli bianchi del diametro di 6 a 7 millimetri, a piccola distanza l'uno dall'altro, e ripeto l'esperienza precedente, vedo questi circoli ingrandirsi, contornarsi di quella striscia grigia e prendere l'apparenza di tanti segmenti sferici.

Si ha un effetto identico qualunque sia la figura di quelle piccole superficie bianche o d'un colore chiaro che si dispongono sopra un fondo nero o di colore oscuro.

Dunque nella figura d'una faccia, il naso, la fronte, i zigomi, il mento che si lasciano bianchi o quasi bianchi nelle incisioni e nelle litografie, in prossimità alle parti che si ombreggiano in nero, oppure colle suddette linee o punti neri, dovranno apparire rilevati allorquando quelle incisioni si collocano molto vicine all'occhio.

Questo fatto intanto congiunto al primo, farà sì che quelle figure ne parranno modellate se si guardano a quella piccola distanza, perchè le ombreggiature, se ben fatte, dovranno apparire sfumate e fuse come in un oggetto modellato.

Messa alla prova sperimentale questa conseguenza, e guardata molto da vicino e con un occhio solo la figura d'una testa dipinta di fronte, essa mi manifestava l'apparenza d'un oggetto modellato. Ma il campo della visione essendo in questo caso molto piccolo non si può abbracciare simultaneamente colla vista tutta la figura. Adoperando i due occhi non si ha maggior vantaggio, in quantochè si duplica in questo caso l'oggetto, e le due immagini restano in parte soprapposte e quindi confuse; oltrechè in tal modo gli occhi si stancano tosto. Si è perciò che, dopo varii tentativi, ricorsi al mezzo accennato sul principio, di dividere cioè in

due parti e di guardare nel modo già indicato quella fig-ra. Col qual mezzo l'apparenza che essa prende è più b-la, e la vista si stanca meno.

Le cagioni prossime intanto da cui dipende l'apparen- di solidità che acquistano quelle due mezze faccie nel ri-nirsi sono:

1°. La proprietà che ha il nostro occhio di vedere un colore grigio una serie di spazii piccolissimi alternativa-mente bianchi e neri fra di loro molto vicini, allorchè son guardati ad una distanza minore della distanza della vision distinta:

2°. La proprietà che ha di vedere ingrandite, sfumat nei loro contorni e rilevate le porzioni bianche d'una su-perficie attorniate da altre parti nere o d'un colore oscuro

Ma bisogna ora indagare da che dipendono queste du proprietà del nostro occhio.

La prima, stando a quanto ammettono i fisiologi, dipen-derebbe da ciò che la retina è formata da particelle o ele-menti sensienti atti ad essere impressionati separatamente come se fossero gli uni dagli altri distinti. Ciascuno di que-sti elementi che corrisponderebbe verosimilmente alle ter-minazioni papillari dello strato interno della retina è d'una estensione piccolissima sì ma tuttavia finita. Ciascuno di essi poi non può trasmettere al sensorio che una sola impressio-ne per volta, cosicchè sempre quando due punti luminosi o illuminati sono tra di loro a così piccola distanza che le im-magini da essi formate sulla retina formino un angolo tale che la corda da esso sottesa sia minore della estensione del-la corrispondente particella o elemento sensiente della re-tina, tali punti non potranno essere veduti distinti, ma da-ranno luogo ad una impressione mista che sarà la resultante di quelle due impressioni diverse.

Questa spiegazione che danno i fisiologi della impressio-ne del grigio prodotta da quella carta su cui sono tracciate delle sottili linee nere a piccola distanza reciproca, può adat-tarsi al caso che questa carta va successivamente scostando-si dall'occhio a distanze sempre maggiori della visione di-stinta, nel qual caso l'angolo formato dalle due immagini

delle linee bianche e nere diventerà sempre minore, ma non vedo come possa applicarsi al caso che quella carta va invece accostandosi verso l'occhio. Infatti stando ai più elementari principii della teoria delle lenti, ne avverrà che la corda che sottende l'angolo formato dalle immagini dei due punti estremi d'un oggetto sarà tanto maggiore, quanto più vicino è l'oggetto alla parte anteriore dell'occhio.

A mio credere il fenomeno in questione dipenderebbe piuttosto dalla irradiazione così detta oculare che è stata con tanto successo studiata dal sig. Plateau. Questa irradiazione avviene nella nostra retina a qualunque distanza sia collocato l'oggetto, a principiare da quella della visione distinta fino alle distanze più grandi; e sebbene non abbia presente al mio pensiero nessun passo degli scritti di questo fisico in cui accenni che la medesima abbia luogo a distanze minori della visione distinta, tuttavia una volta che siasi ammessa, come io ammetto, la teoria del sig. Plateau su questo fenomeno, è duopo convenire che l'irradiazione oculare avrà luogo a qualunque siasi distanza minore di quella della visione distinta.

Dipenderebbe anche in parte dalla irradiazione l'altro fenomeno dell'ingrandimento di quei circoli o quadretti bianchi o di colore chiaro collocati su d'un fondo nero o di colore oscuro. Il rialzamento poi della loro parte centrale sarebbe un effetto di contrasto, un effetto cioè della sfumatura delle striscie di colore grigio che appariscono intorno ai medesimi. La parte media di ciascuno spazio bianco, resta bianca, le parti laterali diventano d'un grigio successivamente crescente di tono; quindi avremo l'impressione d'un quadretto non dipinto, ma rilevato.

Finalmente è da considerarsi che allorquando collochiamo un oggetto molto vicino all'occhio i fochi conjugati dei singoli suoi punti anderanno a formarsi al di là della retina. Ciascun punto quindi dell'oggetto non verrà riprodotto da un punto corrispondente nell'immagine, ma bensì da una serie di superficie circolari, ossia da una serie di circoli di diffusione come dicono i fisiologi. Questi circoli di diffusione si confonderanno a vicenda in una porzione più o meno

grande della loro estensione, e aumenteranno l'effetto di quelle sfumature.

Torino 18 Agosto 1857.



FATTI RELATIVI ALLA DECOMPOSIZIONE DEI SALI PER MEZZO DELLA CORRENTE ELETTRICA; DI V. DUPRÉ.

(*Arch. des Sc. phys. et nat. de Génève. T. xxxv. de la 4.me sér. n. 1857. p.*

Estratto.

L'A. nell'intraprendere alcune ricerche che avrebbero servito a verificare la legge di Faraday già dimostrata in un gran numero di circostanze da Matteucci e da Becquerel, e recentemente messa fuori di dubbio dai lavori di Soret, ha potuto riscontrare qualche fatto interessante nella decomposizione del solfato di rame, dei sali di rame ad acidi organici, del cloruro dello stesso metallo e dei fosfati.

L'A. ha inteso di provare che la quantità di rame precipitato al polo negativo è in ogni caso maggiore di quella che si discioglie al polo positivo, al contrario di quel che si può dedurre dall'esperienze dei sigg. Jacobi e Napier avendo essi fatto uso di soluzioni non perfettamente neutre.

Ha pure trovato che la differenza esistente fra il peso del rame disciolto e quello del rame depositato diviene assai piccola se si prendono soluzioni concentrate e neutre e si fa uso di una corrente di media intensità e ciò perchè in condizioni contrarie una parte di acido solforico non si combina con l'elettrode positivo ma si diffonde nel liquido.

Ecco i resultati ottenuti in un gran numero di esperienze.

Egli ha preso per voltaimetro una soluzione acquosa di solfato di rame purissimo preparato con rame ottenuto colla gal

sce ne' successivi periodi di vegetazione, e la durata delle raccolte si conforma ai residui che trovansi nel terreno dopo ogni periodo di vegetazione. Se il residuo sia il decuplo di quanto occorre per una sola raccolta servirà per dieci complete raccolte in dieci anni consecutivi.

Un corpo, lo zucchero ad es., si scioglie tanto più prontamente in un liquido quanto è più finamente polverizzato: mediante la polverizzazione la sua superficie, e quindi il numero delle particelle che in un dato tempo possono venire in contatto col liquido solvente viene aumentato.

In tutte così fatte azioni chimiche, l'azione dipende dalla superficie; ed un alimento che trovasi nel terreno opera colla propria superficie, rimanendo inerte quasi fosse insolubile, tutto ciò che giace al disotto di esso, e quanto più la pianta ne assorbe in un dato tempo, tanto maggiore è la sua azione. Cinquanta libbre di ossa a seconda del grado di loro polverizzazione ponno agire in un anno come cento, dugento o trecento grossamente soppeste. Queste non sono mai inerti, ma per agire, ossia per isciogliersi abbisognano di maggior tempo: la loro azione è minore ma più durevole.

Per bene intendere l'azione del suolo, e de' suoi componenti sulla vegetazione è da aversi per fermo che gli alimenti in esso contenuti non sono mai inerti, quand' anche non sempre trovinsi in azione.

Noi abbiamo creduto che le piante assorbano il loro nutrimento in soluzione, e che la prontezza dell'azione di esso sia strettamente legata colla sua solubilità. Per mezzo dell'acqua piovana mista all'acido carbonico, le parti attive del medesimo sarebbero recate alle radici.

La pianta somiglierebbe ad una spugna collocata per metà nell'aria, e per metà nel terreno umido, la quale assorbe costantemente dal suolo, ciò che in causa della evaporazione va perdendo nell'atmosfera.

Dalle foglie svaporerebbe l'acqua assorbita dalle radici, e queste assorbirebbero di nuovo dal terreno l'acqua dispersa. Ciò che trovasi sciolto nell'acqua passerebbe colle molecole di essa entro le radici; la pianta si approprierebb-

be lo sciolto nel processo nutritivo, e così il terreno, e la pianta sarebbero entrambi passivi.

Noi abbiamo insegnato che un alimento nel terreno lontano da qualsiasi fibra radicale possa nutrire la pianta, purchè tra esso, e le radici, trovinsi delle particelle acquee capaci di scioglierlo. In seguito alla evaporazione che ha luogo nelle foglie, succhiano le radici le molecole dell'acqua, le quali in tal guisa pongonsi tutte in moto verso le radici; e con esse quanto vi si trova disciolto. L'acqua a quanto credemmo è il carro che trasporta le parti lontane del nutrimento in vicinanza ed in immediato contatto colle radici.

Quattro mila libbre di grano, e diecimila libbre di paglia abbisognando di cento libbre di potassa, e di cinquanta di acido fosforico; se un ectaro di campo contenga queste cento libbre di potassa e queste cinquanta libbre di acido fosforico allo stato di soluzione bastano simili quantità ad ottenere una siffatta raccolta, e se il campo contenga due o cento volte tanto, possiamo attenderci due o cento raccolte. Così abbiamo noi insegnato.

Ebbene tutto questo è stato un grave e funesto errore.

Dall'azione che l'acqua e l'acido carbonico esercitano sulle rocce abbiamo dedotta l'azione di entrambi sulla terra arabile, ma una simile deduzione è falsa.

Non avvi nella chimica alcun fenomeno tanto sorprendente nè alcuno che faccia altrettanto ammutolire l'umana sapienza, quanto quello che offre il comportarsi di una terra da campo, e da giardino, appropriata al mantenimento della vegetazione.

Colle più semplici esperienze filtrando dell'acqua piovana attraverso della terra da campo, o da giardino, potrà ognuno convincersi che quest'acqua non contiene la minima traccia di potassa, di acido silicico, ammoniaca, di acido fosforico allo stato di soluzione, che la terra non cede all'acqua alcuna particella delle sostanze alimentari delle piante che essa contiene, e che l'acqua nulla seco trascina di tutto ciò. La pioggia più ostinata tranne il meccanico dilavamento, non può togliere al campo nessuna delle principali sue condizioni di fertilità.

Ma la terra da campo oltre al trattenere quanto in se stessa contiene di alimenti de' vegetali, spinge assai più oltre il poter suo di conservare alle piante ciò che loro abbisogna. Se si mescoli dell'acqua di pioggia ad altra qualunque contenente ammoniaca, potassa, acido fosforico, acido silicico allo stato di soluzione con della terra di campo scompajono quasi repentinamente questi materiali dalla soluzione; la terra li sottrae all'acqua. E soltanto quei materiali che costituiscono degli indispensabili alimenti per le piante vengono dalla terra tolti completamente all'acqua rimanendovi gli altri in tutto, o per la massima parte sciolti.

Se riempiasi di terra di campo un imbuto e vi si sopraversi una soluzione di silicato di potassa (vetrosolubile) non rinviensi nel liquido filtrato alcuna traccia di potassa, e solamente sotto certe circostanze vi si trova dell'acido silicico.

Sciogliendo del fosfato di calce di recente preparata, o del fosfato di magnesia nell'acqua satura di acido carbonico, e filtrandola in egual maniera attraverso alla terra di campo non rinviensi nell'acqua che scola, traccia alcuna di fosfati. Una soluzione di fosfato di calce entro acido solforico diluto, o di fosfato di magnesia ed ammoniaca in un'acqua carica di acido carbonico, comportasi in ugual maniera. L'acido fosforico del fosfato di calce, e l'acido fosforico insieme all'ammoniaca del sale di magnesia rimane entro la terra.

In modo analogo opera il carbone su parecchi sali solubili; esso toglie ai liquidi le materie coloranti, ed i sali, e non senza fondamento potrebbesi cercare l'azione di entrambi nella medesima cagione. Ma nel carbone è una chimica attrazione che parte dalla superficie, mentre nella terra di campo i componenti prendono parte all'azione di essa la quale è perciò in molti casi affatto diversa.

È noto che la potassa, e la soda, hanno fra loro una grande analogìa chimica, ed anche i loro sali hanno comuni molte proprietà.

Il cloruro di potassio ad es. ed il sal marino hanno la medesima forma cristallina, ed anche nel sapore, e nella so-

lubilità sono poco diversi. Un principiante li distingue appena, ma la terra di campo li distingue perfettamente.

Filtrando del sal marino attraverso alla terra di campo scola altrettanto cloruro di sodio quanto ne fu versato; ma una soluzione di cloruro di potassio viene decomposta; il potassio rimane nella terra ed il cloro scola sotto forma di cloruro di calcio. Pel potassio ha luogo dunque uno scambio, pel sodio non già. La potassa è un componente di tutte le nostre piante campestri, e la soda rinviensi solo per eccezione nelle ceneri. Col solfato, e nitrato di soda rimangono fissate poche tracce sole di soda; col solfato e nitrato di potassa, questa rimane tutta nella terra. Dalle ricerche dirette a questo scopo speciale è risultato che un litro ossiano mille centimetri cubi di terra di giardino (ricca di calce) assorbono la potassa da duemila e venticinque centimetri cubi di soluzione di silicato di potassa contenente in cento centimetri cubi 2,78 grammi di acido silicico, ed 1,166 grammi di potassa, e si calcola da ciò che un ectaro di campo della medesima natura, e della profondità di $^1/_4$ di metro (= 10 poll.) sottrarrebbe da una tale soluzione dieci mila libbre di potassa, e le conserverebbe pel bisogno delle piante. Un' esperienza analoga istituita con una soluzione di fosfato di magnesia e d'ammoniaca entro acqua acidulata d'acido carbonico, mostrò che un ectaro di campo sottrarrebbe cinquemila libbre di questo sale, dalla indicata soluzione. Una terra argillosa (povera di calce) si comportò in pari maniera. Ciò porge una idea della potente azione della terra di campo, della sua forte attrazione pegli alimenti precipui delle nostre piante coltivate, i quali attesa la loro grande solubilità nell'acqua pura, o carica di acido carbonico non potrebbero rimanere nel suolo, qualora la terra di campo mancasse di simile proprietà (1).

(1) Questi sperimenti sono così semplici e facili, che ponno farsi benissimo in qualunque laboratorio. È da por mente che feltrando, si stabiliscono facilmente dei canali i quali impediscono il contatto perfetto del liquido colla terra; onde sono da usarsi soluzioni assai allungate di silicato di potassa, cloruro di potassio ec.; una parte di sostanza per ogni cento parti di acqua. Le altre come il fosfato di calce nell'acqua acida-

Dall'urina putrefatta, od acqua di letamajo allungata o da una soluzione di guano sottrae la terra di campo tutta l'ammoniaca, tutta la potassa e tutto l'acido fosforico, e se la terra sia in quantità sufficiente non contiene l'acqua feltrata nessuna traccia di simili materiali.

La proprietà della terra di campo di sottrarre dalle loro soluzioni l'ammoniaca, la potassa, l'acido fosforico, e l'acido silicico ha un confine. Ogni specie di terra ha sotto questo riguardo la sua peculiare capacità. Poste le soluzioni in contatto colla terra, essa si satura della sostanza sciolta ed il più rimane nella soluzione, e può riconoscersi coi soliti reagenti. La terra sabbionosa sotto pari volume, assorbe meno della marna siliciosa e questa meno della marna argillosa; quindi le differenze delle quantità assorbite sono tante, quante le varietà medesime dei terreni.

Nessun terreno, come è noto, è uguale ad un'altro, e non è improbabile che certe particolarità nell'economia agricola, abbiano un determinato rapporto col diverso potere assorbente delle varie terre per talune delle impiegate sostanze, e forse un minuto esame di siffatto potere può fornire nuovi ed inattesi punti d'appoggio per decidere del valore agronomico, o della bontà de' campi. È degno di rimarco il modo di agire su queste soluzioni di una terra impregnata di sostanze organiche. Un terreno calcare, od argilloso povero di materiali organici, toglie alla soluzione di silicato di potassa tutta la potassa e tutto l'acido silicico, mentre se sia ricco di materiali organici (il così detto humus) sottrae tutta la potassa, ma *l'acido silicico rimane sciolto nel liquido*. Siffatto contegno richiama involontariamente alla memoria l'azione esercitata dai resti vegetali in decomposizione sullo sviluppo di quelle piante che abbisognano di

lata d'acido carbonico ponno adoperarsi sature. D'ordinario nella prima acqua che scola l'assaggio coll'acido molibdico non trova traccia di acido fosforico. La semplice miscela di terra con una soluzione di silicato di potassa, avente una decisa reazione alcalina sulla curcuma, fa sparire immediatamente la reazione stessa dalla soluzione. Per ciò che riguarda ai fatti, la forza assorbente della terra di campo per l'ammoniaca fu già osservata da Thomson, e per alcuni sali potassici da Way: i rimanenti sono il risultato di ricerche compiute da poche settimane.

molto acido silicico, come le canne, i giunchi, e gli acquiseti, i quali ultimi predominano nei così detti terreni acidi paludosi. Se cotali terreni vengono mescolati colla calce, scompajono quelle piante per far posto alle migliori specie da foraggio. L'esperienza dimostra che la medesima terra di giardino, o di bosco, ricca di *humus* la quale non tolse punto di acido silicico, alla soluzione di silicato di potassa, acquista immediatamente questa proprietà mescolandola con un po' di calce sciolta prima di metterla in contatto col silicato, rimanendo nella terra ambo i materiali, l'acido silicico, e la potassa.

Se pertanto la terra di campo sottrae l'ammoniaca, la potassa, l'acido fosforico, ed il silicico dalle loro soluzioni nell'acqua, non è possibile che l'acqua piovana cadendo sulla terra tolga alla medesima siffatte sostanze. Il terreno contiene questi materiali indisciolti, ma tuttavia in uno stato appropriato al loro assorbimento per parte delle radici.

Le radici capillari stringono direttamente la roccia, e per essa ricevono gli alimenti esistenti nel terreno la solubilità loro mancante, e l'attitudine a venire assorbiti.

In questi fatti riconosciamo noi una delle più meravigliose leggi della natura. *Alla superficie della crosta terrestre deve svilupparsi la vita organica; ed una sapientissima disposizione imparti ai detriti di essa crosta il potere di radunare e conservare tutte quelle sostanze alimentari che riescono indispensabili all'organismo*. Un simile potere mantiene e conserva nel terreno fertile le condizioni di sua fertilità anche in circostanze apparentemente le più sfavorevoli. Nelle vicinanze di Monaco ad es. migliaia *di giornate di terreno*, hanno sei pollici soltanto di terreno arabile, con un sottosuolo ghiajoso che lascia passare l'acqua come un crivello. Se i suoi materiali o quelli dei concimi di cui viene sparso fossero solubili nell'acqua, già da lungo tempo non ne conserverebbe più traccia, e senza una simile proprietà non sarebbero i suoi materiali capaci di resistere all'azione solvente dell'acqua e dell'atmosfera.

Se le piante traessero i loro alimenti da una soluzione ne verrebbe che in forza dell'evaporazione per le foglie do-

vrebbero prendere non quello di cui abbisognano, ma ciò che contiene, e loro porta la soluzione; quindi la loro alimentazione sarebbe dipendente affatto da esteriori circostanze. Sembra di presente assai più che probabile che il massimo numero delle piante coltivate prendano direttamente il loro nutrimento dalle particelle del terreno che si trovano in contatto coi succiatoi delle radici, e che esse muojono quando il nutrimento giunge loro allo stato di soluzione. L'azione dei concimi concentrati i quali, come il contadino si esprime, bruciano la raccolta, sembra trovarsi in rapporto con ciò. Dal modo di agire del detrito de' campi risulta che la pianta nell'ingestione de' suoi alimenti deve fare anch' essa la sua parte; l'evaporazione per le foglie vi concorre indubbiamente, ma trovasi nel terreno una sorveglianza che difende la pianta dall'introduzione di cose dannose. Ciò che il terreno offre non può entrare nella pianta se non vi concorre un' intima cagione operante nella radice, *poichè alla sola acqua nulla cede il terreno*. Quale sia una simile cagione ed il suo modo di agire deve studiarsi più davvicino. Esperimenti a ciò diretti dimostrano che delle piante da orto levate dal terreno colle loro radici per quanto è possibile intatte, se facciansi vegetare entro una tintura azzurra neutra di laccamuffa la colorano in rosso; quindi le radici emettono un' acido. La tintura così arrossata ridiviene azzurra colla bollitura, perciò quell'acido è acido carbonico.



SULLA QUANTITÀ D' AMMONIACA CONTENUTA NELLA RUGIADA ARTIFICIALE; J. B. BOUSSINGAULT.

(*Comptes Rendus*, XLIV. 1055).

Traduzione.

Chiamo rugiada *artificiale* l'acqua che deposita l' aria più o meno satura di vapore quando si trova a contatto con una

superficie sufficientemente raffreddata, sebbene in realtà non faccia distinzione alcuna fra questa rugiada e quella che bagna le piante in una notte calda calma e serena, quando cioè lo stato dell' atmosfera favorisce il raggiamento calorifico degli oggetti posti sul suolo. La rugiada è forse la sola meteora acquosa che l'uomo possa produrre a volontà; la sua origine è sempre la stessa (il vapore contenuto nell' aria); la sua comparsa è sempre determinata dalla stessa causa (un' abbassamento di temperatura provato dai corpi su i quali essa si condensa).

Passando dallo stato di vapore allo stato liquido l'acqua porta seco necessariamente le sostanze volatili e solubili sparse nell'atmosfera; è per questo che nelle acque meteoriche e sopratutto nella rugiada si trova una quantità notabile d'ammoniaca.

Nel 1853 io ho trovato che la rugiada raccolta a Liebfrauenberg conteneva per litro:

					Ammoniaca milligr.
Rugiada raccolta	nella	notte del	18 al 19	Agosto . . .	3,1
»	»	»	9 al 10	Settembre .	6,2
»	»	»	11 al 12	detto	6,2
»	»	»	21 al 22	detto	6,2
»	»	»	24 al 25	detto	1,6
»	»	»	27 al 28	detto	6,2

Benchè la rugiada apparisca assai di frequente, come lo indica l'umidità di cui è quasi sempre ricoperta l'erba un poco avanti il levar del sole, pure i casi nei quali è possibile procurarsene la quantità sufficiente per poterla esaminare sono piuttosto rari. D'altronde le circostanze in cui il vapore sciolto nell'atmosfera penetra e si condensa in un suolo disseccato sono comunissime, ed è anzi presumibile che nel corso di un anno la terra, pel fatto solo delle sue proprietà igroscopiche, riceva considerevole quantità d'acqua sotto forma di rugiada.

Restava adesso a dimostrare che l'acqua così condensata conteneva dell'ammoniaca. È appunto ciò che mi ha portato a ricercare quest'alcali nella rugiada artificiale, che mi sono

procurato col processo seguente. Ho caricato di ghiaccio un vaso cilindrico di vetro di 77 centimetri d'altezza e di 60 centimetri di circonferenza; siccome l'altezza dell'acqua a 0 gradi non oltrepassava 66 centimetri, la superficie refrigerante era di 3960 centimetri quadrati. Il vaso riposava sopra un imbuto scannellato assai ampio che faceva capo in una boccia.

L'apparecchio è stato collocato in una sala che si apriva sopra una terrazza dell'I. Conservatorio d'arti e mestieri, e vi è rimasto esposto, rinnuovando il ghiaccio, dal 20 Maggio alla mattina, al 22 Maggio parimente alla mattina. La temperatura della sala si è mantenuta da 24° a 26° gradi. È stato ottenuto un mezzo litro di rugiada artificiale, che era acqua limpidissima, sulla quale nuotavano due particelle imponderabili di filiggine; quest'acqua non era intorbidata dai sali di barite; il nitrato d'argento vi produceva un leggiero intorbidamento; il sotto acetato di piombo dava luogo a un pronunziatissimo precipitato che indicava la presenza dell'acido carbonico; essa non aveva nè odore nè sapore particolare.

Trattata con tutte le precauzioni convenienti nell'apparecchio di cui mi servo per studiare le acque piovane, ne ho ricavata una quantità d'ammoniaca corrispondente a $10^{\text{milligr}},8$ per litro, proporzione assai grande in confronto di quella somministrata dalla rugiada a Liebfrauenberg, lungi da ogni abitazione. Una ricerca speciale fatta sul residuo della distillazione ha indicato la presenza non dubbia dell'acido nitrico.

Concentrata l'acqua a un centesimo del suo volume iniziale ha preso una tinta gialla d'ambra caratteristica delle acque meteoriche.

Ho sovente emessa l'opinione che l'esame delle meteore acquose condurrà alla conoscenza di certi principii che l'atmosfera contiene in proporzioni ecceseivamente piccole, benchè la loro azione su gli esseri organizzati sia evidente e qualche volta funesta.

In un lavoro eseguito nel 1853 ho mostrato che la pioggia, sopratutto al suo principio, trascina delle sostanze che si tenterebbe invano di dosare coll'analisi diretta. La rugiada meglio ancora della pioggia condensa e concentra queste sostanze; e siccome si può provocare la sua formazione ovunque e

in tutte le condizioni meteorologiche, faciliterà senza dubbio lo studio delle tanto svariate materie delle quali l'aria è il serbatojo e il veicolo.



SULL'INFLUENZA CHE ESERCITANO I METALLI SUL CALORE RAGGIANTE; DI K. KNOBLAUCH.

(*Poggen. Annalen. Heft.* VI, *Bd.* CI, 1857).

L'Autore di questa Memoria è quello stesso Fisico a cui si devono i più grandi perfezionamenti che hanno subito le esperienze fondamentali di Melloni, e ci duole di dover limitare questo estratto alle sole conclusioni principali delle molte e svariate esperienze da esso fatte con tanta diligenza.

Sin qui era ammesso che i metalli non lasciavano passare raggi calorifici ed erano quindi considerati come *adiatermani*. Questa proprietà era però stabilita sui metalli presi sotto una certa grossezza ed in questo stato erano adoperati come diaframmi che impedivano assolutamente il passaggio dei raggi calorifici e luminosi: ma non era dimostrato che ridotti i metalli in strati sottilissimi essi fossero assolutamente impermeabili al calorico raggiante.

L'Autore ha adoperata in queste esperienze la solita pila di Melloni di cui la corrente passava per il filo di un galvanometro delicato e agiva sopra un ago calamitato fornito dallo specchio di Gauss. L'A. ha cominciato dall'interporre fra la pila e la sorgente calorifica una lamina sottilissima d'oro a dorare, ora sola, ora applicata sopra una lastra di vetro. In seguito ha sostituito alle lamine metalliche battute nelle quali si poteva sospettare l'esistenza di fori o di soluzioni di continuità, degli strati sottilissimi ottenuti coi noti processi chimici coi quali si riesce a precipitare i metalli. Tanto colla lastra d'oro battuto, quanto collo strato d'oro chimicamente precipitato, l'Autore si è assicurato del pas-

saggio dei raggi calorifici attraverso alle lamine metalliche molto sottili. Onde stabilire sin da principio che questo fenomeno dipendeva veramente dal passaggio dei raggi calorifici e non dal riscaldamento dello strato metallico, oltre alle prove dedotte dall'essere istantaneo l'indizio di quel passaggio, e sopratutto poi dalle proprietà nuove che acquistano i raggi calorifici dopo quel passaggio in un modo analogo a quello che costituisce la grande scoperta di Melloni dei mezzi così detti colorati per i raggi calorifici, il dotto fisico di Halle ha voluto aggiungere anche un'altra prova tratta dal diverso effetto prodotto da strati metallici secondo la loro varia grossezza. Questi strati, di cui la grossezza non è stata rigorosamente misurata, sono stati ottenuti ripetendo sulla stessa lastra di vetro in circostanze eguali un certo numero di volte il processo della precipitazione chimica, e considerando di grossezza doppio lo strato su cui la precipitazione chimica fu ripetuta due volte; di tripla grossezza per tre precipitazioni, e così via discorrendo. In tre esperienze fatte con lastre sulle quali lo strato d'oro deposto aveva delle grossezze come 1 : 2 : 3, le deviazioni ottenute per l'azione calorifica dei raggi passati attraverso furono respettivamente 33°,64; 4°,41; 1°,42. Ecco come l'Autore riassume i resultati più notevoli delle sue ricerche:

1°. I metalli, come l'oro, l'argento e il platino ridotti in lamine sottilissime devono essere considerati come corpi diatermani attraverso ai quali passa una certa quantità di raggi calorifici, naturalmente tanto minore quanto più è grande la grossezza dello strato metallico. Alcuni metalli, l'oro e l'argento si comportano rispetto ai raggi calorifici, come fanno i corpi trasparenti colorati sui raggi luminosi, cioè, assorbono una certa qualità di quei raggi e ne trasmettono un'altra; il platino però opera sopra tutti i raggi calorifici egualmente come avviene della luce pei corpi trasparenti incolori. I raggi calorifici che hanno traversato lamine d'oro e d'argento si comportano, allorchè devono passare per altri corpi diatermani, diversamente da quello che avrebbero fatto senza il passaggio primitivo per le lamine metalliche, e le proprietà così acquistate variano colla grossezza dello stra-

to metallico. Il platino però non partecipa questa proprietà ai raggi calorifici qualunque sia la grossezza dello strato e può quindi essere paragonato ai corpi grigi rispetto alla luce.

2°. Alcuni metalli, l'oro, l'argento, il mercurio, il rame e lo stagno agiscono nella diffusione dei raggi calorifici come certi corpi colorati opachi in presenza della luce, cioè comunicano ai raggi calorifici diffusi delle proprietà nuove e che si rendono palesi nel loro passaggio attraverso ai corpi diatermani. Al contrario, vi sono altri metalli, come il platino, il ferro, lo zinco, il piombo ec. che riflettono indifferentemente e in egual proporzione ogni specie di raggi calorifici, esattamente come fanno i corpi senza colore riflettendo la luce. Le proprietà caratteristiche che acquistano i raggi calorifici per riflessione sui metalli e che consistono come già si è detto, nella diversa facoltà di traversare certi corpi diatermani, dipendono dalla natura della sorgente calorifica e le differenze sembrano tanto più grandi quanto più questa sorgente è intensa. Anche la natura della superficie metallica, secondo che è capace di produrre o una maggior diffusione di raggi calorifici, o una maggior riflessione regolare influisce sulle proprietà nuove acquistate dai raggi rimandati da quella superficie. Lo stesso deve dirsi dell'influenza esercitata dall'angolo diverso d'incidenza che fanno i raggi calorifici sulla superficie metallica.



RICERCHE FOTO-CHIMICHE; DI BUNSEN E ROSCOE.

(*Proceedinges of the R. Society*, *T.* VIII, *p.* 326, 516).

Estratto degli Autori.

L'affinità chimica o la forza che regola la chimica combinazione di due corpi è come tutte le altre forze della na-

tura, una certa quantità definita. Sembra quindi erroneo di dire che sotto diverse circostanze, lo stesso corpo possiede affinità diverse; più esattamente si dovrebbe dire che in un caso i corpi sono capaci di obbedire alla chimica affinità delle loro molecole, e che in altri casi vi sono delle forze contrarie alla combinazione. Queste forze contrarie possono essere considerate come resistenze, simili a quelle che si riscontrano nel passaggio dell'elettricità nei corpi conduttori, nella distribuzione del magnetismo nell'acciajo e nella propagazione del calore. Per vincere quelle resistenze possiamo coll'agitazione favorire la formazione di un precipitato, o sotto l'azione solare determinare una decomposizione.

Noi chiamiamo *induzione chimica* l'atto con cui le resistenze opposte alle combinazioni sono vinte, ed è eccitata la combinazione chimica e diremo perciò che l'induzione chimica è foto-chimica, termo-chimica, elettro-chimica ec. secondo che la forza che promuove la combinazione consiste nella luce, nel calore o nell'elettricità.

I fenomeni dell'induzione foto-chimica sono particolarmente interessanti, considerati come punti di partenza da cui possiamo acquistare cognizioni sopra questo modo d'agire dell'affinità. Draper fin dal 1843 aveva osservato che esponendo un miscuglio di cloro e d'idrogene alla luce, l'azione non si sviluppava ad un tratto, ciò che egli spiegava supponendo che il cloro acquista sotto l'azione solare una modificazione allotropica permanente per la quale è reso più attivo di prima. Questa spiegazione, come mostreremo, è erronea ed il fenomeno è invece prodotto da ciò che abbiam chiamato induzione foto-chimica.

Allorquando il miscuglio di cloro e d'idrogene è esposto ad una sorgente costante di luce, non vi è da primo nessuna azione distinta; dopo un breve tempo l'azione si manifesta e cresce gradatamente sinchè perviene al suo massimo. L'esperienze fatte con diversa quantità di luce, ottenuta questa da diverse sorgenti, mostrano che i tempi trascorsi dal principio dell'esposizione sino a che il massimo si sia ottenuto, variano assai secondo diverse circostanze. In qualche caso l'azione massima avviene dopo quindici minuti

ed in altri in tre o quattro minuti; nel primo l'azione è visibile dopo sei minuti d'insolazione e in altri dopo un minuto e in alcune esperienze un effetto notevole è osservato nel primo minuto.

La condizione che modifica l'azione dell'insolazione da noi primieramente studiata fu l'azione della massa del gas esposto alla luce. Da diverse esperienze si è dedotto che la durata dell'induzione cresce per una data quantità di luce secondo il volume del gas esposto ed abbiamo tracciato delle curve che rappresentano l'aumento dell'induzione secondo il volume del gas impiegato.

Abbiamo poi esaminata la relazione che vi era fra la durata dell'induzione e la quantità di luce a cui un volume costante di gas è esposto ed abbiamo trovato:

1°. Che il tempo necessario per produrre la prima azione dell'induzione foto-chimica decresce coll'aumento della luce e ciò in una proporzione più rapida di quest'aumento.

2°. Che il tempo trascorso fino ad ottenere il massimo decresce pure coll'aumento della luce, ma in una proporzione minore.

3°. Che l'aumento dell'induzione procede da primo, secondo una serie crescente, giunge al massimo e quindi converge, quando la vera azione massima è raggiunta.

Dal resultato di questi esperimenti sorge la questione se la condizione accresciuta nella facoltà di combinarsi che succede nel miscuglio dei due gas per effetto dell'insolazione, è permanente o limitata al tempo durante il quale i gas sono esposti alla luce. Onde risolvere questa questione il gas *sensitivo* tenuto per un certo tempo nell'oscurità era esposto ad una sorgente costante di luce e notato il tempo necessario per arrivare all'azione massima; l'apparecchio era allora rimesso nell'oscurità per un minuto, poi esposto al sole e misurato il tempo necessario perchè la massima azione fosse di nuovo osservata. Le esperienze furono ripetute diverse volte facendo variare il periodo in cui l'apparecchio era lasciato nell'oscurità. Da queste esperienze fu dedotto, che la resistenza alla combinazione vinta dall'influenza della luce era prontamente ristabilita rimettendo il gas nell'oscurità.

Noi abbiamo spiegato il fatto che il cloro e l'idrogene mescolati non si combinano nell'oscurità, supponendo che esista una resistenza alla combinazione che è vinta dalla presenza della luce. Questa resistenza può essere accresciuta in diversi modi. Così la presenza di una piccolissima quantità d'idrogene nel miscuglio normale di cloro e d'idrogene basta ad accrescere notevolmente quella resistenza; un eccesso di $\frac{5}{1000}$ d'idrogene nel gas normale riduce l'azione da 100 a 38.

Eccoci così al caso il più semplice di un'azione catalitica. Il nostro metodo di misure foto-chimiche ci permette di misurare gli elementi di quest'azione. L'azione di contatto di un gas estraneo è anche meglio presentata da una piccola quantità di ossigene. Questo gas nella quantità di $\frac{5}{1000}$ del volume totale del gas diminuisce l'azione da 100 a 4,7 e $\frac{13}{1000}$ la riducono da 100 a 1,3. Anche l'eccesso del cloro agisce in un modo analogo ma con meno intensità; $\frac{10}{1000}$ di questo gas riducono l'azione da 100 a 60,2 e $\frac{180}{1000}$ da 100 a 41,3. Esaminando l'effetto di una piccola quantità di gas acidoidroclorico sull'induzione massima, fu trovato fortunatamente pel nostro metodo d'esperimentare che una quantità espressa da $\frac{1,3}{1000}$ di questo gas non produceva nessun effetto sensibile. La spiegazione della legge della foto-chimica induzione come resulta dalle sopradescritte esperienze, potrebbe esser fondata sull'assunto che il cloro o l'idrogene o ambidue questi gas provano sotto l'influenza della luce un cangiamento simile a quello che prova l'ossigene passando dallo stato dell'ossigene comune a quello di ozone, oppure che questi due gas sotto certe condizioni acquistano certe proprietà attive, che poi perdono. Se queste ipotesi fossero vere ognuno dei due gas, cloro e idrogene, potrebbe acquistare separatamente sotto l'azione della luce le proprietà di cui si tratta. Ma l'esperienza ha risposto contro queste ipotesi. Si fecero passare i due gas separatamente in un lungo tubo di vetro e durante questo passaggio erano esposti all'azione della luce solare. In seguito questi due gas si mescolavano assieme e indi si agiva sul miscuglio, con una costante sorgente di luce. Fu trovato, alternando l'azione dell'oscurità o dell'insola-

zione sopra i due gas separati, che non vi era differenza percettibile nella durata dell'induzione nei due casi. Da ciò si deve concludere che la luce non genera nei gas, cloro o idrogene, una modificazione permanente, ma che la loro combinazione prodotta dalla luce dipende da un'azione foto-chimica che opera accrescendo le attrazioni reciproche delle molecole dei due gas.

Tutte le curve che rappresentano l'aumento dell'induzione nei diversi casi hanno una forma comune, e presentano un punto d'inflessione al quale corrisponde il massimo aumento dell'induzione stessa. Onde determinare se la proprietà comune di queste curve, dipende dal modo generale di agire dell'affinità, o se la luce esercita una parte essenziale, abbiamo fatto alcuni esperimenti sopra l'induzione *idiochimica* cioè sopra un'azione in cui non intervengono che le sole chimiche affinità. A questo effetto si adopera una soluzione acquosa diluita di bromo con acido tartarico che è un miscuglio che lasciato a sè stesso nell'oscurità produce acido idro-bromico. Determinando a diverse epoche la quantità di bromo libero che è in dissoluzione, si sà la quantità di acido idro-bromico che si forma in un dato tempo. L'analisi chimica ha mostrato che la quantità d'acido idro-bromico così formato, non era la stessa per gli stessi intervalli di tempo; e le curve rappresentanti l'aumento di quest'azione hanno la stessa forma di quelle ottenute per l'induzione foto-chimica. Non è dunque all'azione della luce che si deve la produzione del massimo che abbiamo trovato, ma ad un carattere proprio dell'affinità.

La legge della foto-chimica induzione trovata per i miscugli di cloro e d'idrogene ci presta una spiegazione soddisfacente della osservazione notevole fatta da Ed. Becquerel, per la quale era stato supposto che vi sono certi raggi della luce che non sono atti a cominciare un'azione chimica ma che possono continuarla una volta cominciata.

Gli Autori, nella seconda parte delle loro ricerche imprendono a risolvere il seguente problema il cui annunzio solo basterà a stabilirne l'importanza. Nell'atto delle foto-chimiche combinazioni si richiede una certa quantità di la-

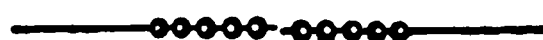
voro meccanico e si consuma per conseguenza una quantità equivalente di luce, oppure quelle combinazioni non sono altro che un ristabilimento di equilibrio effettuato senza perdita di luce? Onde risolvere questo problema, gli Autori hanno dovuto premettere alcune ricerche onde riescire a separare la perdita di luce che resultava dall'assorbimento del mezzo e dalla riflessione, da quella perdita che forma il soggetto della ricerca. E questo studio doveva eseguirsi tanto per lo strato gasoso, quanto per lo strato di vetro che forma il recipiente del gas. Dopo questa investigazione si tornava alla prima questione, se cioè nella combinazione del cloro e dell'idrogene prodotta dalla luce vi è una quantità di raggi chimici consumata proporzionalmente alla quantità di acido idroclorico formata. Fu quindi da primo cercato il coefficiente d'estinzione del cloro puro per i raggi chimici provenienti dalla fiamma del gas. Trovato questo coefficiente, se non vi era luce consumata nell'azione foto-chimica, esso doveva rimanere invariabile usando i miscugli di cloro e d'idrogene. Da una serie d'esperimenti fatti con molta accuratezza, è resultato che quando la luce ha traversato uno strato di 234^{mm} del miscuglio di cloro e idrogene a 0° e $0^{m},76$, la sua intensità originale è ridotta a $\frac{1}{10}$. Se in luogo dell'idrogene, il cloro è diluito con qualche altro gas trasparente ma chimicamente inattivo, lo strato traversato perchè l'intensità sia pure ridotta a $\frac{1}{10}$ dovrà essere di 346^{mm}. Vi è dunque per un dato effetto chimico, cioè per una certa quantità d'idrogene e di cloro che si combinano sotto l'influenza della luce, vi è, dico, una quantità equivalente di luce assorbita. I numeri trovati per il coefficiente d'estinzione sarebbero i seguenti: nel caso in cui ha luogo azione chimica ed assorbimento ottico quel coefficiente è 0,00427, mentre nel caso in cui l'azione chimica manca, quel numero è molto piccolo ed è eguale a 0,00289.

Un resultato molto singolare ottenuto ripetendo queste esperienze con altre sorgenti luminose, sarebbe il seguente: Colla luce del cielo sereno alla mattina uno strato di cloro di $45,6^{mm}$ era necessario per ridurre l'intensità della luce a $\frac{1}{10}$. Usando in vece un miscuglio di cloro e d'idrogene, per

ottenere lo stesso effetto era necessario uno strato alto 73,5^{mm}. Evidentemente questo risultato non solo prova che non vi è perdita di luce chimica per la combinazione del cloro e dell'idrogeno che produce, ma che anzi l'assorbimento è molto minore in questo secondo caso di quello che usando del cloro puro. Gli Autori terminano riportando alcuni numeri che esprimono le altezze dello strato di cloro, necessarie a ridurre a $\frac{1}{10}$ l'intensità della luce.

Per la luce del gas . . . . 173,3^{mm}
» luce riflessa del cielo al mattino 45,6
» luce *idem* alla sera 19,7

Si vede da questi numeri quanto sono grandi le differenze nei raggi chimici della luce solare nelle diverse ore del giorno, e questo risultato ben s'accorda coll'opinione dei fotografisti, i quali sanno che dall'intensità fotometrica della luce non dipende la produzione più o meno pronta delle immagini fotografiche.



RELAZIONE FRA IL CALORE CONSUMATO (*DÉPENSÉE*) DA UNA CORRENTE ELETTRICA CHE PRODUCE UN LAVORO MECCANICO E IL CALORE GENERATO DALL'AZIONE CHIMICA CHE SVILUPPA QUESTA CORRENTE; DI P. A. FAVRE.

(*Comptes Rendus*, *T.* XLV, *p.* 57. 13 *Juillet* 1857).

Non abbiamo mai mancato in questo giornale di render conto di tutte le esperienze e in generale degli studj fatti per consolidare e perfezionare la così detta teoria dinamica del calore e sopratutto per estendere anche all'elettricità i principj di quella teoria. Joule (1) e più recentemente Leroux (2), sono stati i primi a intraprendere questo studio e

(1) *Nuovo Cimento*, *T.* III, *p.* 69.
(2) *Nuovo Cimento*, *T.* IV, *p.* 422.

già facemmo notare quanto fosse importante e concludente il risultato dedotto da Leroux, il quale conduceva a stabilire per l'equivalente meccanico del calore generato dall'induzione elettro-dinamica, un numero poco diverso da quello di Joule. Favre (1) che ha fatto pure esperienze le più esatte che abbiamo sul calore sviluppato da un'azione chimica e che ha dimostrato meglio di tutti i suoi predecessori che la quantità di calore svolto da una pila cioè in seno della pila stessa e nel circuito, era una quantità costante e eguale al calore svolto da quell'azione chimica senza pila, aveva promesso di studiare cosa sarebbe accaduto obbligando la corrente elettrica a produrre un lavoro meccanico. È questo studio che analizziamo ora.

Il modo di operare dell'Autore è il seguente: Un primo calorimetro contiene la pila che è di cinque elementi formati con zinco amalgamato e platino platinato; un secondo calorimetro è destinato per un elettro-motore costruito da Froment. La difficoltà principale incontrata dall'Autore e crediamo di poter aggiungere, da tutti quei Fisici che hanno meditato e tentato qualche esperienza preliminare sopra questo soggetto, stà nelle spirali di filo di rame coperto di seta dell'elettro-calamite, le quali costituiscono una massa troppo difficile a raffreddarsi e che richiede troppo tempo per cedere il suo calore al liquido del calorimetro. Noi conosciamo un Fisico molto esatto e ingegnoso, il Soret di Ginevra, il quale studia questo argomento da qualche anno, e che ebbe l'idea di adoprare per liquido del calorimetro l'olio essenziale di trementina che è isolante e in cui può immergersi l'elettro calamita. Il nostro Autore usa in vece della spirale di filo di rame, dei dischi metallici isolati fra loro nelle faccie che sono in contatto e messi in comunicazione in certi punti perchè l'elettricità vi trascorra come in una spirale: con questa disposizione il conduttore metallico che forma la spirale è in parte scoperto e forma una massa che facilmente si raffredda. La pila e l'elettro-motore così disposti in un calorimetro distinto, comunicano fra loro per

(1) *Nuovo Cimento*, T. III, p. 80.

mezzo di grossi fili di rame coperti di gutta-percha, che per le loro dimensioni presentano una resistenza quasi nulla. Fuori del calorimetro dell'elettro-motore e montata sul suo asse esce una carrucola per mezzo della quale e di qualche altro meccanisco aggiunto si può ottenere che allorquando l'elettro-motore agisce innalzi un certo peso, di maniera da poter determinare il lavoro meccanico dell'elettro-motore. Ecco le esperienze e i risultati di Favre:

1ª. *Serie*. La pila opera sola, senza cioè che la sua corrente passi nell'elettro-motore, e produce 1 grammo d'idrogene; un equivalente di zinco nel trasformarsi in solfato sviluppa 18682 unità di calore che potrebbero anche chiamarsi unità di lavoro motore.

2ª. *Serie*. La pila agisce e si fa passare la corrente attraverso ai grossi fili che fanno comunicare la pila coll'elettro-motore, ma in questa serie i fili suddetti comunicano fra loro direttamente e la corrente non passa nelle elettrocalamite. In questo caso un equivalente di zinco ha svolto 18674 cioè 8 unità di meno che nella prima esperienza: errore piccolo e trascurabile e che mostra anche che la resistenza di quei fili si può trascurare.

3ª. *Serie*. In questo caso la corrente della pila passa nell'elettro-calamita, ma l'elettro-motore è tenuto fermo. Vi fu, come doveva essere, calore raccolto nei due calorimetri; in quello della pila il calore era 16448 e nel calorimetro dell'elettro-motore il calore era 2219, per cui la somma, cioè 18667, non differiva che di una quantità trascurabile dai numeri corrispondenti delle esperienze riferite.

4ª. *Serie*. La corrente della pila passa nella spirale dell'elettro-motore e lo fa rotare senza però che la forza così sviluppata sia impiegata a sollevare il peso. In questo caso il calore raccolto nel calorimetro dell'elettro-motore resulta; 1°. dalla resistenza delle spirale, 2°. dalla resistenza dell'aria al passaggio della corrente cioè dalle scintille che si producono nel commutatore, 3°. dalle magnetizzazioni e smagnetizzazioni che si succedono senza interruzione nei ferri dell'elettro-calamita, 4°. finalmente dagli attriti dei diversi pezzi messi in moto. L'esperienza ha dato, 13888 unità di

calore nel calorimetro della pila e 4769 nel calorimetro dell'elettro-motore. Anche in queste esperienze la somma 18057, non differisce dai numeri già trovati e questo risultato prova che l'esperienza si compie in buone condizioni.

5ª. *Serie*. Finalmente, la corrente della pila mette in moto l'elettro-motore, il quale solleva un certo peso e quindi produce una quantità di lavoro misurata in chilogrammimetri.

Il resultato principale e quale deve attendersi come conseguenza della teoria dinamica del calore, apparisce nel modo il più manifesto. In fatti il calorimetro della pila accusa 15427 unità e quello dell'elettro motore 2947, cioè si ha una somma di 18374: La differenza dai numeri precedenti, che è di 308 unità, sta dunque a rappresentare il lavoro meccanico prodotto dall'elettro-motore che fu trovato eguale a 131,24 chilogrammimetri.

Queste esperienze metterebbero dunque fuori di dubbio:

1°. Che una corrente elettrica, allorchè è impiegata a produrre una certa quantità di lavoro meccanico, si consuma, non è più sensibile, si trasforma in una certa quantità del calore svolto dall'azione chimica che genera quella corrente;

2°. L'unità di calore, cioè una unità mille volte più grande delle unità assunte dall'Autore e che riscalda di 1°C un chilogrammo d'acqua, produce un lavoro dinamico espresso da 426 chilogrammimetri, o da 464 chilogrammi-metri, secondo che si prendono le esperienze che danno il massimo o il minimo del lavoro motore.

Anche questo numero è poco diverso dai numeri già trovati con altri metodi da Joule e da Leroux.



RICERCHE SPERIMENTALI E TEORICHE SULLE FIGURE D'EQUILIBRIO DI UNA MASSA LIQUIDA SENZA PESO; I. PLATEAU.

(*Memoires de l'Academie de Bruxelles, T.* XXX).

Traduzione.

Teoria delle modificazioni che subiscono sotto l'influenza dei moti vibratorj, le vene liquide aventi scolo per orifizj circolari.

Nell'analisi data delle mie ricerche precedenti (1), si è potuto vedere che ho dedotto dalle proprietà delle mie figure liquide, la spiegazione teorica della costituzione delle vene liquide aventi scolo per orifizj circolari e sottratte da ogni influenza perturbatrice; mi restava a studiare, sotto il punto di vista parimente teorico, i curiosi fenomeni che si producono allorchè sono comunicati dei moti vibratorj al vaso da cui esce la vena ed al liquido ivi contenuto; ciò è quanto ho fatto nella mia terza serie, e sono giunto del pari alla spiegazione naturale di tutti i fenomeni di cui si tratta.

Savart, dopo aver tentato di stabilire, mercè un'ingegnosa ipotesi, che il semplice scolo può eccitare nel liquido del vaso, delle vibrazioni dirette normalmente al piano dell'orifizio, ha mostrato che vibrazioni consimili avrebbero per resultato la formazione di rigonfiamenti e di ristringimenti nella vena, perchè la porzione di questa ultima che uscirebbe nel tempo che si effettua all'orifizio una vibrazione diretta dal di dentro al di fuori, proverebbe una compressione che ne aumenterebbe lo spessore, mentre che la porzione che uscirebbe durante una vibrazione opposta proverebbe al contrario una trazione la quale l'assottiglierebbe. Il lettore si sarà dovuto convincere dietro l'analisi della serie precedente, che la formazione dei ri-

(1) *Nuovo Cimento, T.* III. *p.* 61. e *T.* V. *p.* 182 .

gonfiamenti e dei ristringimenti della vena è dovuta ad un' altra origine, cioè alle forze molecolari nascenti dalla instabilità d'equilibrio della figura; ma allorchè dei moti vibratorj sono trasmessi dall'esterno al vaso ed al liquido, ed esistono per conseguenza realmente in esso liquido, tali moti devono per necessità tendere ad esercitare sulla vena azioni alternativamente comprimenti e traenti che Savart ha concepito; e se questi stessi moti sono di un periodo conveniente, la loro azione concorrerà evidentemente con quella delle forze figuratrici (1).

Prima di esaminare intimamente la cosa, ricorderò qui le principali modificazioni che, dietro le osservazioni di Savart, la vena riceve sotto l'influenza dei movimenti vibratorj. Nei primi sette numeri che seguono si tratta di vene a discesa verticale.

1.° La parte continua diviene più corta.

2.° Ciascuna delle masse che s'isolano all' estremità inferiore della parte continua, si trova immediatamente schiacciata nel senso verticale e per conseguenza il suo diametro orizzontale è maggiore di quello della sfera che tende a costituire.

3.° Le masse essendo così abbandonate a loro stesse sotto una forma schiacciata, e tendente a prendere la forma sferica, vengono poi ad oltrepassare quest'ultima per l'effetto dell'inerzia, e si allungano nel senso verticale, per ritornare schiacciate, quindi allungarsi di nuovo, e così di seguito. Queste variazioni periodiche avendo luogo durante il rapido moto di traslazione delle masse, la figura apparente della parte torbida della vena, presenta un seguito, regolarmente disposto, di massimi e di minimi spessori, i primi corrispondenti ai punti in cui passano le masse nei loro istanti di più grande sviluppo orizzontale, ed i secondi nei punti in cui esse passano nei loro istanti di più grande contrazione orizzontale; in altri termini, questa parte torbida si mostra composta di un seguito regolare di ventri allungati e di nodi occupanti delle posizioni fis-

(1) Ho chiamato *forze figuratrici*, le forze molecolari che danno ad una massa liquida una figura d' equilibrio, e per conseguenza quelle che operano gradualamente nella vena la trasformazione in sfere isolate.

se. La parte continua termina verso la metà della lunghezza del primo ventre.

4.° L'insieme di questi fenomeni già si manifesta allorchè la vena è abbandonata a sè stessa nelle circostanze ordinarie, vale a dire allorchè non si risvegliano per mezzo di un istrumento, dei moti vibratorj nel liquido. Ciò proviene, da una parte, perchè l'urto della porzione discontinua contro il liquido nel quale essa cade, fa nascere delle vibrazioni che si trasmettono al vaso per l'intermezzo dell'aria e dei sostegni, e dall'altra parte perchè il vaso riceve pure per mezzo dei sostegni le piccole vibrazioni dovute ai rumori esterni propagati nel suolo. È soltanto col sottrarre, mediante certi processi, il vaso da queste due influenze, che la vena prende l'aspetto suo proprio.

5°. Ma tutti i fenomeni accennati nei primi tre numeri precedenti divengono molto più distinti e regolari, allorchè per mezzo di un istrumento si produce in vicinanza dell'apparecchio un suono all'unisono di quello che resulta dall'urto della parte discontinua della vena, contro una membrana tesa. Allora la parte continua si accorcia notabilmente, i ventri si allargano.

6°. Queste stesse modificazioni aumentano ancora, ed acquistano una perfetta regolarità, allorchè l'istrumento sonoro, invece d'esser tenuto ad una certa distanza dall'apparecchio, è messo in contatto con le pareti del vaso, e rende un suono assai intenso ed esattamente all'unisono di quello che è proprio alla vena.

7°. La vena è pure influenzata da suoni fuori dell'unisono, ma con assai minore intensità.

8°. Le vene lanciate in altre direzioni, diverse dalla verticale discendente, sono modificate nello stesso modo dall'azione dei movimenti vibratorj, meno che nel caso contemplato nel seguente numero.

9°. Allorchè la vena è lanciata obbliquamente dal basso all'alto dentro certi limiti d'inclinazione, e che non è soggetta all'influenza del suono di un istrumento, la sua parte discontinua si mostra sparpagliata nel piano verticale a guisa di un ventaglio. Sotto l'influenza di un certo suono questa porzione della vena si risolve in due getti ben distinti, aventi ciascuno i loro ven-

tri ed i loro nodi regolarmente formati; un'altro suono determinato riduce il ventaglio in un sistema di tre getti; finalmente vi ha un suono che riduce la vena intera ad un sol getto che presenta un sistema di ventri e di nodi perfettamente regolare, e tal suono è pure quello che produce il più grande raccorciamento della parte continua.

Passiamo adesso alla spiegazione di questi curiosi fenomeni. Onde rimandare il meno che è possibile il lettore all'analisi della serie precedente, ripeterò che io chiamo *divisioni* della parte continua di una vena liquida, le singole porzioni di essa capaci di formare una massa isolata; ciascuna divisione è dunque compresa, durante il suo moto di traslazione tra la metà di un ristringimento e quella del ristringimento successivo, e si compone così di un rigonfiamento intero e di due mezzi ristringimenti. Ciò posto, poichè ciascuna divisione nascente presso l'orifizio forma più lungi una massa isolata, se si espone all'urto di queste masse una membrana tesa, in modo da ottenere un suono, il numero delle impulsioni per ogni secondo contro questa membrana, sarà eguale a quello delle divisioni che passano per l'orifizio nello stesso tempo; ma l'impulsione di ciascuna massa fa nascere una vibrazione doppia, per l'abbassamento ed il successivo rialzamento della membrana; dunque il numero delle vibrazioni doppie corrispondente al suono prodotto sarà del pari eguale a quello delle divisioni che passano all'orifizio.

Frattanto, se invece di ricevere la vena sopra una membrana tesa, si sottopone all'influenza di un istrumento sonoro, le vibrazioni di questo ultimo trasmettendosi al liquido del vaso ed agendo all'orifizio, tenderanno dal canto loro, come di sopra si è veduto, a produrre nella vena dei rigonfiamenti e dei ristringenti e per conseguenza delle divisioni. Ora è facile il vedere che se il suono dell'istrumento, è esattamente all'unisono di quello prodotto dall'urto della parte discontinua della vena contro una membrana tesa, queste nuove divisioni avranno la stessa lunghezza delle precedenti, perchè ciascuna vibrazione doppia dell'istrumento determina la formazione di un rigonfiamento ed un ristringimento, l'insieme dei quali equivale ad un

rigonfiamento più due mezzi ristringimenti, che è quanto dire ad una divisione.

Se dunque nel caso dell'esatto unisono, una delle divisioni dovute al suono dell'istrumento coincide con una delle divisioni dovute alle forze figuratrici, ne accadrà lo stesso di tutte le successive, e l'azione dell'istrumento concorrerà così in una maniera assoluta insieme a quella delle forze figuratrici. Questa coincidenza non può aver luogo in generale nel primo momento in cui si fa sentire l'azione dell'istrumento, ma si stabilisce ben presto da sè stessa. Infatti, sin che essa non esista le due azioni si disturbano scambievolmente, e siccome le divisioni dovute alle forze figuratrici sono per la natura della causa che le produce, suscettibili di spostarsi sotto leggiere influenze, esse retrocedono o avanzano, finchè non vengono a sovrapporsi esattamente a quelle che fa nascere il suono dell'istrumento. A partire da questo istante, le forze figuratrici e le vibrazioni agendo pienamente di concerto i loro effetti si sommano in modo che le divisioni che nascono all'orifizio sotto questa doppia influenza sono sviluppate più di quel che lo sarebbero mancando l'istrumento sonoro; ciascuna di esse lascia dunque l'orifizio o piuttosto la sezione contratta, in un periodo più avanzato di sua trasformazione in massa isolata; per conseguenza questa trasformazione si compie in un tempo più corto, dal che resulta che ciascuna massa si distacca ad una minore distanza dall'orifizio per cui la parte continua si accorcia.

Ma l'azione delle vibrazioni non si limita a questo: infatti, quando un rigonfiamento si produce, le molecole liquide vengono ad allontanarsi dall'asse della vena per formare la sporgenza del rigonfiamento medesimo, e quando si produce un ristringimento le molecole vengono al contrario ad avvicinarsi all'asse; queste molecole dunque sono animate di velocità trasversali; ma la parte di tali velocità dovuta alle vibrazioni non può annullarsi in ciascuna divisione, al momento in cui la divisione abbandona la sezione contratta, ed essa continua come velocità acquistata ad aggiungersi a quella che resulta dalle forze figuratrici; ora questo eccesso di velocità trasversale persistendo deve necessariamente aumentare le dimensioni trascorse delle masse che s'esalano, in guisa che ciascuna di esse nel-

l'istante in cui si distacca dall'estremità della parte continua ha, perpendicolarmente all'asse della vena, un diametro più grande di quello della sfera che tende a costituire. Da ciò le oscillazioni di forma delle masse isolate, e per conseguenza, i ventri ed i nodi della parte torbida. Di più, questo stesso eccesso di velocità trasversale, attiva la trasformazione, e contribuisce così al raccorciamento della parte continua.

É chiaro che questi fenomeni devono essere più manifesti allorchè l'istrumento sonoro che rende l'unisono, invece d'essere tenuto a distanza, è messo in contatto colle pareti del vaso; poichè allora le vibrazioni, trasmesse in modo più immediato, prendono nel liquido una maggiore ampiezza, e per conseguenza agiscono sulla vena con più energia. Inoltre, queste vibrazioni intense essendo perfettamente isocrone, il loro effetto deve nascondere quello delle piccole cause perturbatrici, ed imprimere ai fenomeni una perfetta regolarità.

Ho contemplato nella Memoria il caso in cui l'istrumento renda un suono diverso dall'unisono di cui si è finora parlato. Senza che sia necessario di ripetere qui questa discussione, si comprende che anche dei suoni consimili possono esercitare un'influenza sulla vena, influenza la quale però deve esser molto minore di quella dell'unisono.

Allorchè la vena è abbandonata a sè stessa nelle circostanze ordinarie, cioè quando essa non è soggetta all'influenza del suono di un istrumento, ma cade liberamente nel vaso che la riceve, l'urto delle masse isolate contro il liquido che si accumula nel vaso, fa nascere delle vibrazioni fra le quali devono dominare quelle che corrispondono all'unisono; la vena deve dunque essere influenzata in un modo analogo, ma con minore energia di quello che per mezzo di un istrumento sonoro rendente l'unisono; soltanto, per causa delle irregolarità di queste vibrazioni alle quali vengono ad aggiungersi quelle ancora più irregolari provenienti dai rumori esterni, i fenomeni devono mostrarsi assai meno distinti.

I fatti sopra ripetuti nei numeri 1 a 7, si spiegano così molto semplicemente, e siccome i principii ora esposti sono assolutamente indipendenti dalla direzione della emissione della vena, spiegano del pari i fatti del num. 8.

Tentiamo finalmente di mostrare come possiamo renderci ragione dei fenomeni singolari del num. 9: Occupiamoci frattanto del ventaglio o gerbe della vena. Supponiamo una vena lanciata obliquamente dal basso all'alto ad angolo conveniente, e non sottomessa all'azione di un istrumento sonoro. Se, in questa vena, tutte le divisioni giungendo l'una dopo l'altra all'estremità della parte continua, s'isolassero identicamente e se tutte le masse partissero da quel punto colla velocità precisamente corrispondente al movimento di traslazione del liquido nel punto stesso, è evidente che esse masse descriverebbero tutte la stessa trajettoria ed allora la parte discontinua non potrebbe presentare nessuno sparpagliamento; vi sono dunque, come Savart lo avverte, delle irregolarità nella emissione delle masse isolate dall'estremità della parte continua. Queste irregolarità, devono essere molto piccole, non avendo il fascio una grande larghezza; esse non provengono da piccoli movimenti vibratorj irregolari trasmessi per l'aria per i sostegni, perchè impiegando le precauzioni indicate da Savart per sottrarre la vena dall'influenza di questi piccoli movimenti, non mi è riuscito di far provare al fascio una notevole diminuzione. Dobbiamo per conseguenza inferirne che le piccole irregolarità di cui si tratta operano sulle forze figuratrici; s'intende infatti, vista la natura del fenomeno della trasformazione, che cause perturbatrici anche leggiere devono influire sulla perfetta identità di tutte le divisioni che nascono l'una dopo l'altra alla sezione contratta; ho dato nei §§. 50-55 della mia *seconda serie*, un esempio di una simile alterazione nell'eguaglianza di lunghezza delle divisioni di un cilindro liquido.

Ciò posto, consideriamo in particolare nella nostra vena obliqua due ristringimenti che si succedono con un rigonfiamento fra loro interposto. In virtù della maniera in cui si effettua la trasformazione, ciascuno di questi due ristringimenti da principio assai debolmente indicato allorchè lascia la sezione contratta, si approfondisce in seguito gradatamente durante il tragitto della parte continua, mandando la metà del suo liquido nel rigonfiamento; quest'ultimo riceve dunque, dalla sua estremità anteriore del liquido che è spinto in senso contrario dal movimento di traslazione, e dalla sua estremità poste-

riore, del liquido che è spinto nel senso stesso di tal movimento, in modo che la sua velocità di traslazione tende ad esser diminuita dal primo di questi afflussi, e ad essere aumentata dal secondo. Ora, se i due ristringimenti differiscono tra di essi alla loro origine respettiva: se, per esempio, essi sono ineguali in lunghezza, è evidente che la quantità di movimento totale apportata così, in due sensi opposti nel rigonfiamento dai due detti afflussi, presentano pure in generale qualche differenza, e per conseguenza non sono esattamente compensate all' istante in cui il rigonfiamento passa allo stato di massa isolata; di queste masse le une lasciano dunque la parte continua con un piccolo eccesso di velocità e le altre invece con una piccola mancanza di velocità. Le piccole ineguaglianze irregolarmente distribuite fra i ristringimenti successivamente nascenti devono dunque avere per resultato di stabilire pure delle piccole ineguaglianze irregolarmente distribuite fra le velocità delle masse isolate successive; quindi tali masse devono di necessità percorrere delle parabole d'ineguale ampiezza, ed in conseguenza sparpagliarsi nel piano verticale. Tale è la spiegazione molto probabile della generazione del ventaglio o gerbe; vediamo come si possono del pari interpretare i singolari cangiamenti che questo prova sotto l'influenza di certi suoni.

Il suono che maggiormente accorcerà la parte continua, sarà evidentemente quello le di cui vibrazioni tendono a produrre nella vena delle divisioni eguali in lunghezza a quelle che d'altra parte derivano dalle forze figuratrici, astrazione fatta dalle piccole ineguaglianze dovute alle cause perturbatrici di cui ho sopra parlato. Ma le vibrazioni dell'istrumento essendo perfettamente regolari ed isocrone, qualora abbiano una sufficiente intensità, impediranno l'effetto di queste cause perturbatrici; in altri termini, attivando la trasformazione, esse vi apporteranno la loro regolarità, in modo che tutti i nascenti ristringimenti saranno identici, e tutte le masse isolate seguiranno esattamente la stessa trajettoria. Sotto l'influenza di tal suono, il fascio dovrà dunque sparire, e la totalità della vena si ridurrà ad un getto unico presentante un sistema regolarissimo di ventri e di nodi.

Savart non indica quali sono i rapporti fra il suono prin-

cipale suddetto ed i suoni che cangiano il fascio in un sistema di due o tre getti; ma io ho cercato questi rapporti per mezzo dell'esperienza, ed ho trovato per esempio che si ottiene un sistema di due getti sotto l'influenza dell'ottava grave del suono principale. La durata di una vibrazione doppia corrispondente a questo attacco grave, essendo eguale a due volte quella di una vibrazione doppia corrispondente al suono principale, ciascuna divisione che tende a produrre nella vena il primo di essi due suoni, ha evidentemente una lunghezza doppia di ciascuna di quelle che resulterebbero dall'azione del secondo, e conseguentemente, dietro ciò che precede, una lunghezza doppia di quella di ciascuna delle divisioni dovute alle forze figuratrici. Ciò essendo, si ammetterà facilmente che al momento in cui l'azione dell'ottava grave si fa sentire, le divisioni dovute alle forze figuratrici si avanzano o retrocedono un poco fino a che ciascuna coppia di queste divisioni corrisponde alle singole porzioni della vena che occuperanno respettivamente le divisioni dovute al suono dell'istrumento. Allora infatti si vede facilmente che le due estremità di ciascuna delle coppie di cui si tratta, costituiscono nello stesso tempo il punto di mezzo dei ristringimenti prodotti dalle forze figuratrici, in modo che in queste stesse estremità ed all'intorno vi è assoluto concorso fra i due generi di azione.

Esaminiamo frattanto ciò che deve accadere, durante la trasformazione in masse isolate in una qualunque delle suddette coppie. Questa coppia resultando da due intere divisioni, contiene due rigonfiamenti che comprendono fra loro un ristringimento, e termina con due mezzi ristringimenti; ora, mentre che i due interi ristringimenti ai quali appartengono le due terminazioni sono favoriti dalle vibrazioni, è chiaro che il ristringimento intermedio è al contrario, in lotta con le vibrazioni, poichè il suo punto di mezzo, che è il punto di mezzo della coppia, corrisponde al punto di mezzo della divisione che le vibrazioni tendono a produrre, e per conseguenza al punto di mezzo del rigonfiamento di quest'ultima; ciascuno dei rigonfiamenti che le forze figuratrici fanno nascere nella vena è dunque adiacente a due ristringimenti inegualmente sollecitati e tutti si trovano così nella condizione di cui sopra abbiamo parlato, in proposito della formazione del fascio, vale

a dire che le quantità totali di movimento che essi ricevono dalle loro due estremità dalla parte dei ristringimenti sono ineguali. In oltre per via della disposizione alternante dei ristringimenti favoriti e dei ristringimenti in lotta, questa differenza delle quantità di movimento è alternativamente in un senso e nell'altro, e per conseguenza le masse isolate abbandonano la parte continua alternativamente con un piccolo eccesso e con un piccolo difetto di velocità. Ma qui le vibrazioni regolarizzano i fenomeni, tutti gli eccessi di velocità sono identici fra loro, in modo che le masse che essi animano, descrivono tutte una stessa trajettoria, e tutte le mancanze di velocità sono pure fra loro identiche, tanto che le masse che ne sono state soggette, descrivono tutte un'altra eguale trajettoria; dunque sotto l'influenza dell'ottava grave del suono principale, il fascio deve esser sostituito da due getti separati.

Quanto al sistema dei tre getti, l'esperienza mi ha mostrato che si ottiene, sotto l'influenza della quinta grave del suono precedente, o, in altre parole, della doppia quinta grave del suono principale. Ciò s'intenderà facilmente facendoci a ragionare come sopra, se si avverte che le vibrazioni di questa doppia quinta sono tre volte meno rapide di quella del suono principale, e che così ciascuna delle divisioni che esse tendono a determinare nella vena, comprende esattamente tre delle divisioni dovute alle forze figuratrici.

Finalmente vi sono altri suoni capaci di produrre sistemi di due o tre getti; su tal proposito si troveranno tutti i dettagli nella Memoria stessa alla quale rimando, come pure per la spiegazione di altri fatti di minore importanza, dei quali non ho potuto parlare in questa analisi.



RICERCHE SUI PRINCIPJ IMMEDIATI DEGLI ESCREMENTI DELL'UOMO ALLO STATO SANO; DOTT. W. MARCET,

(*Philosophical Transact.*, *part.* 1, *for* 1857).

Estratto.

Abbiamo già reso conto in questo giornale, T. I, p. 310 di una prima serie di ricerche fatte su questo soggetto dal Dott.

Marcet, e della sua scoperta nei soli escrementi umani, di un nuovo principio da lui chiamato *escretina*. In una nuova Memoria comunicata nella primavera passata alla Società Reale, l'autore è giunto ai seguenti resultati:

1°. I margarati di calce e di magnesia, come pure il fosfato di calce esistono negli escrementi umani, sotto la forma di principj immediati.

2°. È indicato un nuovo metodo per mezzo del quale l'A. è giunto a procurarsi dei cristalli di escretina, in quantità sufficiente per determinare con tutta la precisione la composizione chimica elementare. Egli ha impiegato da prima l'ossido di rame per la combustione di questa sostanza, ma in seguito ha adoprato il cromato di piombo a cagione della gran quantità di carbonio che essa racchiude. L'A. non avendo trovato alcuna sostanza capace di combinarsi con l'escretina, per determinarne la composizione atomica, si è dovuto partire dall'ipotesi che un equivalente di essa contenga un equivalente di solfo. La formula che dietro ciò avrebbe trovato sarebbe la seguente:

78	Equivalenti	di carbonio	468
78	»	d'idrogeno	78
1	»	di solfo	16
2	»	d'ossigeno	16
		Peso atomico dell'escretina	578

L'A. avendo fatto per qualche giorno sopra sè stesso la prova di un regime alimentare puramente vegetale, ha rimarcato che questo regime determina nelle evacuazioni la formazione di una gran quantità di acido margarico, molto probabilmente allo stato libero. Già nel suo primo lavoro l'A. aveva annunziato che allorquando si sottopone il tessuto della milza ad un processo di analisi simile a quello da esso impiegato per l'estrazione dell'escretina, si ottiene una sostanza molto analoga alla colesterina. Ulteriori ricerche hanno pienamente confermato che tal sostanza è realmente colesterina, la cui presenza nella milza è certamente indipendente da quella che avrebbe potuto esistere nel sangue ritenuto da quest'organo do-

po la morte. Se ne dedurrà da ciò che la milza abbia la proprietà di secretere la colesterina? La sola esperienza potrà rispondere a tal questione, ma non è meno singolare il fatto che una parte del sangue somministrato al fegato, proviene direttamente da un' organo il quale contiene una quantità considerevole di una sostanza che, come ognuno sà, entra nella composizione della bile.



DELL' OSSIDO DI ARGENTO, PARAGONATO AD ALTRE BASI; H. ROSE.

(*Comptes Rendus de l'Acad. de Berlin*, *Avril* 1857).

Estratto.

L'ossido di argento, nel modo stesso che gli alcali, racchiude due atomi di metallo per uno di ossigeno: per questa sua costituzione deve essere una base potente, in quanto che gli ossidi sono basi tanto più energiche, indipendentemente dalla natura del loro metallo, quanto meno ossigeno contengono. Ma la potenza elettro-negativa dell' argento diminuisce considerevolmente le proprietà basiche del suo ossido; è per questo che molti ossidi della formula RO sono basi più energiche dell'ossido di argento, e lo precipitano completamente nelle dissoluzioni.

Tuttavia a ragione della grande affinità che l'argento ha per il cloro, molte di esse basi, allorchè vengono prese allo stato di cloruri, possono essere completamente precipitate dalle loro dissoluzioni per mezzo dell'ossido o piuttosto del carbonato d'argento. Questa reazione può avere delle importanti applicazioni nell'analisi chimica, dietro la facilità con cui l'argento può, alla sua volta, esser precipitato nella sua dissoluzione per mezzo dell'acido cloridrico.

Allorchè si pone dell'ossido di argento umido nella dissoluzione di un cloruro alcalino, si forma del cloruro di argento

ed un alcali caustico. Ma se si fa bollire il miscuglio, si riproduce una certa quantità di cloruro alcalino. Infatti, quantunque il cloruro di argento umido sia poco attaccabile a freddo dagli alcali caustici, tuttavia viene parzialmente a decomporsi dopo del tempo, e rapidamente con l'ebullizione. Il carbonato di argento decompone le dissoluzioni dei cloruri alcalini più lentamente, ma più completamente; infatti, i carbonati alcalini non attaccano sensibilmente il cloruro d'argento, neppure all'ebullizione.

I bromuri ed i ioduri alcalini si comportano nello stesso modo che i cloruri, particolarmente in presenza del carbonato di argento.

L'ossido di argento non può togliere l'acido carbonico ai carbonati alcalini, ma trasforma le dissoluzioni dei bicarbonati, allo stato di carbonati neutri, convertendosi esso stesso allo stato di carbonato.

I solfati alcalini non sono alterati dall'ossido di argento, ma una soluzione di azotato di potassa discioglie un poco di ossido d'argento, senza che la parte disciolta ritenga dell'acido azotico.

Le terre alcaline sono basi più energiche dell'ossido di argento e lo precipitano nelle sue dissoluzioni. Ma i cloruri di bario e di calcio son decomposti alla temperatura ordinaria dall'ossido di argento; si formano del cloruro di argento e degli idrati delle terre alcaline. Se si fa bollire il liquido, una parte del cloruro d'argento è allora decomposta da essi idrati e rigenera una certa quantità del cloruro terroso. Questi stessi cloruri sono completamente decomposti a freddo, ma lentamente dal carbonato d'argento umido, in modo che non resta nella dissoluzione che una traccia di carbonato d'argento in ragione della sua debole solubilità. Siccome le terre alcaline non sono affatto precipitate dall'ossido, nè dal carbonato d'argento, si può impiegare quest'ultimo sale per separare i cloruri metallici delle terre alcaline, dai sali ossigenati di queste stesse basi o di quelli di magnesia.

Una soluzione d'azotato di barite discioglie una sensibile quantità d'ossido e di carbonato d'argento, senza che si precipiti della barite. L'azotato di calce non presenta tal proprietà.

La magnesia è pure una base più energica dell'ossido d'argento, e lo precipita nelle sue dissoluzioni. Ma anche il carbonato di magnesia può precipitare l'argento allo stato di carbonato, alla temperatura ordinaria; fatto singolare, giacchè il carbonato di barite non gode di queste proprietà. Le soluzioni d'azotato o di solfato di magnesia non provano dunque alcuna alterazione in contatto dell'ossido e del carbonato d'argento, mentre che il cloruro di magnesia ne resta completamente decomposto.

L'allumina è del tutto precipitata nelle sue dissoluzioni dall'ossido e dal carbonato d'argento. La glucina al contrario lo è dall'ossido ma non dal carbonato d'argento.

L'ittria è precipitata nella soluzione del suo solfato, dall'ossido di argento alla temperatura ordinaria, ma non completamente.

La reazione più rimarchevole è quella del protossido di manganese sull'ossido d'argento. Se si pone dell'ossido d'argento umido alla temperatura ordinaria, in una soluzione di solfato di manganese, esso assume ben presto un color nero intenso. Avendo impiegato un'eccesso di ossido d'argento si trova che il liquido racchiude molto ossido d'argento, ma neppure una traccia di manganese. Il carbonato d'argento dà luogo alla stessa reazione, ma questo accade con molta più lentezza; ed è di più accompagnata da sviluppo di acido carbonico.

In questa reazione, il protossido di manganese si trasforma in ossido manganico a spese dell'ossigeno dell'ossido d'argento, il quale vien condotto allo stato di sottossido che con l'ossido manganico forma una combinazione salina di composizione variabile. Riscaldando il miscuglio e lavando il precipitato con acqua calda presenta un color bruno intenso e si compone di un egual numero di equivalenti d'ossido manganico e di sottossido d'argento. Se la decomposizione si è operata alla temperatura ordinaria e se si è lavato il prodotto con acqua fredda, contiene di più due atomi d'ossido d'argento.

Il miglior mezzo per ottenere il primo di questi composti consiste nel mescolare una soluzione di solfato di manganese ed una di azotato d'argento. Questi due sali non reagiscono l'uno sull'altro o almeno non producono che dopo molto tem-

po una piccolissima quantità di precipitato nero. Ma avendovi aggiunto precedentemente alla soluzione di azotato d'argento una quantità di ammoniaca sufficiente per ridisciogliere il precipitato d'ossido d'argento, il composto nero si precipita immediatamente.

Se si mescolano delle soluzioni d'acetato di manganese e d'acetato d'argento, il precipitato nero si forma poco dopo, senza bisogno di aggiungere l'ammoniaca. Sostituendo all'acetato d'argento, l'azotato, il precipitato si forma con più lentezza. Ma in questi due casi non se ne ottiene che una piccola quantità; coll'aggiungere un poca di ammoniaca se ne determina la formazione in una proporzione ben maggiore.

L'A. mostrerà in altra Memoria che le diverse basi, che hanno, come il protossido di manganese, una tendenza a sopraossidarsi facilmente, trasformano in egual modo l'ossido di argento in sottossido.



SOPRA UNA NUOVA BASE ESISTENTE NEL SUCCO DELLA CARNE; A. STRECKER.

(*Ann. der Chem. u. Pharm. T.* CII, *p.* 204).

Allorchè si prepara la creatina col processo descritto da Liebig, si ottiene un'acqua madre siropposa che racchiude, oltre i principj isolati da questo chimico (creatinina inosati e lattati), un corpo cristallizzabile dotato di proprietà debolmente basiche, al quale l'A. dà il nome di *sarkina*. Egli la separa dall'acqua madre precipitandola per mezzo di un sale metallico col quale, o con la base del quale, la sarkina forma dei composti insolubili. Nella soluzione allungata ed in ebullizione, si versa dell'acetato di rame; il precipitato vien lavato con acqua bollente, messo in sospensione nell'acqua e decomposto poi con l'idrogeno solforato. Il liquido filtrato lascia depositare col raffreddamento la sarkina

ancora impura e colorata. Si ridiscioglie nell'acqua bollente, si fa bollire con un poco d'ossido di piombo, il quale toglie le sostanze coloranti, quindi si filtra e si precipita l'ossido di piombo con l'idrogeno solforato. Il liquido filtrato e concentrato lascia cristallizzare col raffreddamento la sarkina pura.

È una polvere bianca, indistintamente cristallina, inalterabile a 150° e ancora al di sopra. Ad una temperatura più elevata, essa si decompone senza fondersi, sviluppa dell'acido cianidrico, un sublimato bianco poco volatile (acido cianurico?) e lascia un residuo carbonoso. Si discioglie in 300 parti d'acqua fredda ed in 78 d'acqua bollente; per disciogliersi nell'alcool ha bisogno di 900 parti in ebullizione. Non ha alcuna reazione alcalina. Essa si discioglie meglio che nell'acqua, e qualche volta in grandissima quantità, negli acidi, nella potassa, nell'ammoniaca, nell'acqua di barite.

Seccata all'aria, offre una composizione rappresentata dalla formula $C^{10}H^4Az^4O^2$, la quale conferma lo studio dei suoi sali.

La sarkina forma con molti acidi dei sali cristallizzabili, ben determinati. Il cloridrato cristallizza in tavolette madreperlacee ed è espresso dalla formula $C^{10}H^4Az^4O^2,HCl+2Aq$. La sua soluzione concentrata forma col bicloruro di platino, un precipitato giallo cristallino: $C^{10}H^4Az^4O^2,HCl + PtCl^2$. Disciolta nell'acido nitrico caldo e concentrato, la sarkina dà col raffreddamento dei cristalli limpidi, che divengono opachi a contatto dell'aria. L'acqua li decompone producendo un sale basico, o forse mettendo la base in libertà. La dissoluzione nell'acido solforico produce, con l'aggiunta dell'alcool, il solfato cristallizzato in aghi che si trasforma, al contatto dell'aria, in una polvere bianca.

La sarkina è dunque una base debole, formando con parecchi acidi dei sali ben definiti, ma che sono in parte decomposti dall'acqua.

Come le altre basi deboli, la sarkina si combina pure con gli ossidi metallici, colla potassa e colla barite. Essa forma particolarmente con quest'ultima un sale solubile cristallizzabile, $C^{10}H^4Az^4O^2,2BaO+2Aq$. Costituisce dei compo-

sti assai stabili, sia con l'ossido d'argento, sia con l'azotato d'argento; questo ultimo è insolubile nell'acqua e nell'acido azotico allungato a freddo.

La sarkina avendo tali proprietà si ravvicina alla guanina $C^{10}H^{5}Az^{5}O^{2}$, come pure alla caffeina.

La sua composizione è uguale a quella dell'ipoxantina di Scheerer, a cui rassomiglia pure per parecchie delle sue proprietà; ma ne differisce notabilmente per la sua solubilità nell'acqua, e sopratutto per il modo di comportarsi con l'acido azotico e con l'acido cloridrico, che non si combinano affatto con l'ipoxantina.

L'urato di sarkina, composto insolubile che si ottiene mescolando l'urato di potassa ed il cloridrato di sarkina, ha la stessa composizione dell'ossido xantico $C^{10}H^{4}Az^{4}O^{4}$. L'A. si è assicurato che questi due prodotti non sono identici.

Il sig. Strecker ha trovato la sarkina nella carne del bove ed in quella del cavallo, e si occupa a ricercarla in quella degli altri animali; 1000 parti di carne di bove contengono per lo meno 0,22 di sarkina.

Questa sostanza essendo oltremodo stabile, giacchè non si altera neppure per l'evaporazione a bagno maria con l'acido azotico concentrato, è probabile che si debba ritrovare nell'orina. L'A. crede infatti, avere rinvenuto nell'orina umana una sostanza che gli pare poter essere la sarkina; tuttavia, sono necessarie delle nuove ricerche per stabilire se tal principio dell'orina non sia piuttosto la guanina, atteso che la maggior parte delle reazioni chimiche non permettono di distinguere con certezza queste due sostanze l'una dall'altra, quantunque la loro solubilità nell'acqua e nell'ammoniaca sia assai differente.



TELESTEREOSCOPIO DI HELMHOLTZ.

(*Cosmos. fascicolo* 13, 25 *Settembre* 1857).

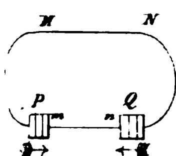
È noto come per mezzo dello stereoscopio e di due immagini d'un paesaggio prese con due camere oscure separate da un intervallo sufficiente, si giunge a vedere il paesaggio stesso con un effetto di rilievo e di prospettiva molto superiore a quello che si ha colla visione naturale. È noto anche come allorquando in un paesaggio si guardano degli oggetti molto lontani non si ha la sensazione perfetta del rilievo e della distanza degli oggetti stessi, perchè l'intervallo che separa fra di loro i due occhi è relativamente troppo piccolo. Ora Helmholtz si è proposto di ottenere senza il soccorso delle due immagini prodotte colla camera oscura, nella visione di un paesaggio con gli occhi disarmati o armati solo di semplici lenti, lo stesso effetto che si ottiene per mezzo dello stereoscopio. A tal fine ha costruito un istrumento molto semplice che chiama *telestereoscopio*, e che passiamo a descrivere. Quest'istrumento consiste in un piano di legno di $1^m,50$ di lunghezza. Alle due estremità di questo piano e perpendicolarmente al medesimo sono collocati due specchi che formano coll'asse o linea meridiana del piano un angolo di 45°. Nella parte media del piano e a 75 centimetri dalle estremità sono collocati altri due specchi più piccoli, paralleli ai primi e distanti fra di loro d'un intervallo pari a quello dei due occhi.

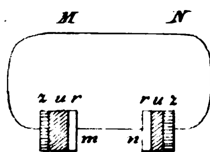
L'osservatore si colloca dinnanzi allo spigolo anteriore del piano suddetto e guarda con l'occhio diritto in uno dei piccoli specchi e coll'occhio sinistro nell'altro. In tal modo egli vedrà nei piccoli gli specchi grandi colle immagini del paesaggio in essi formate. Ora è facile l'intendere che con una tale disposizione le immagini così vedute coi due occhi separate solamente da 8 centimetri sono quelle stesse che si vedrebbero dai due occhi ove essi fossero collocati alle due

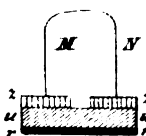
estremità del piano suddetto, vale a dire alla distanza reciproca di $1^m,50$. L'effetto del rilievo dovrà per conseguenza essere ingrandito in una proporzione molto considerevole, sopratutto se si fa uso di lenti che ingrandiscono e avvicinano gli oggetti.

L'effetto ottenuto con questo istrumento sorpassa quello che si ottiene collo stereoscopio, in quanto che il paesaggio si manifesta coi suoi colori naturali e con tutte le sue naturali gradazioni di tono. Degli oggetti distanti 800 e anche 1500 metri si distaccano perfettamente dal fondo su cui si projettano e col quale si confonderebbero guardati ad occhio nudo. Gli oggetti meno lontani ci fanno vedere con questo istrumento certi dettagli che non possono essere altrimenti distinti dall'occhio nella visione ordinaria.




Fig 1.
M
N
P
Q
m
n


Fig. 2.
M
N
z u r
r u z
m
n


Fig. 3.
M
N
z
u
r

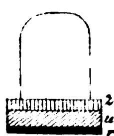
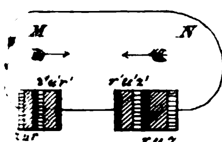
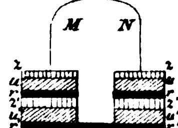
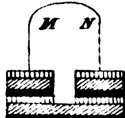
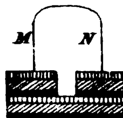

Fig. 4.
z
u
r


Fig. 5
z
u
r


Fig. 6.
M
N
r'u'z'
r u z


Fig 7
M
N


Fig. 8.
M
N


Fig. 9.
M
N

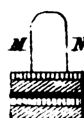
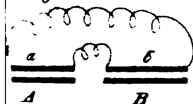
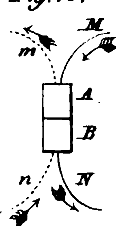
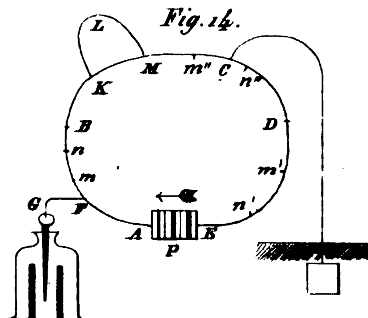
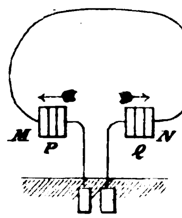

Fig. 10.
M
N


Fig 11


Fig. 12.
a
b
A
B


Fig. 13.
M
m
A
B
n
N


Fig. 14.
L
M
m''
C
n''
K
B
D
n
m
m'
n'
G
F
A
E
P


Fig. 15.
M
P
Q
N

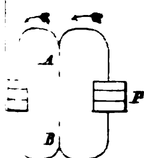
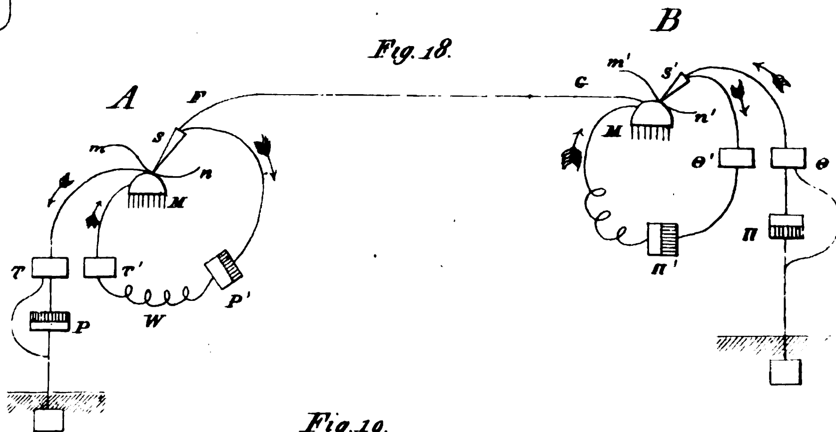
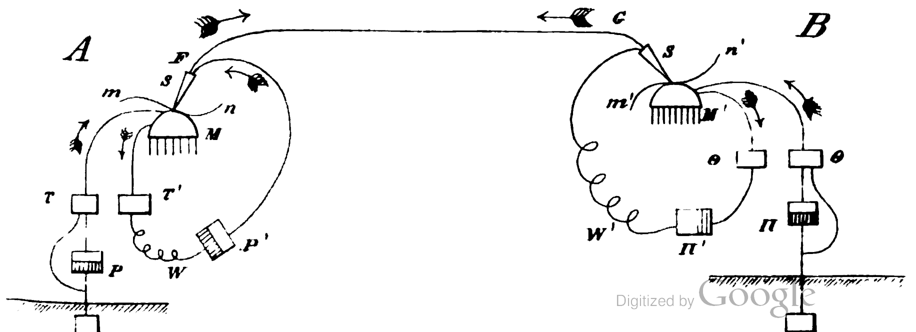

Fig. 16.
A
P
B


Fig. 17.
b c
a b c d


Fig. 18.
A
F
S
m
n
M
T
T'
P
P'
W
B
C
m'
S'
n'
M
θ'
θ
Π
Π'


Fig. 19.
A
F
S
m
n
M
T
T'
P
P'
W
C
B
S
n'
m'
M'
θ
θ
Π
W'
Π'

PARTE PRIMA.

ANALISI DEL CORSO DI UN RAGGIO DI LUCE CHE ATTRAVERSA UNO STROMENTO OTTICO.

CAPITOLO I.

Equazioni Generali.

1.

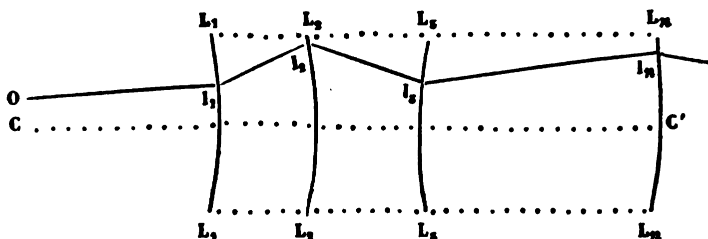
Idea degli stromenti ottici, ed esposizione del problema dalla cui risoluzione dipende la loro teorica.

Gli stromenti ottici, comunemente adoperati per ajutare la visione degli oggetti lontani, come i telescopii, o quella degli oggetti molto piccoli, che non potrebbero divenire percettibili senza avvicinarli all'occhio oltre il limite della visione distinta, come i microscopii, sono composti di due o più lenti o specchii, limitati da porzioni di superficie sferiche aventi i loro centri disposti sopra una stessa retta od asse, che si chiama l'*asse centrale* dello stromento. Affinchè un tal sistema di lenti o specchii sia atto a produrre gli effetti su accennati, e costituisca uno stromento ottico, è necessario che goda di due proprietà principali. Primieramente si esige che i raggi, emanati da uno stesso punto dell'oggetto e penetrati nello stromento, vengano da esso modificati nelle loro direzioni in guisa che escano dal medesimo formando un pennello di raggi paralleli, acciò l'occhio dell'osservatore possa riunirli sulla retina e ricevere una percezione chiara e distinta del punto da cui sono partiti. Secondariamente si richiede, per ben giudicare della forma dell'oggetto da quella dell'immagine veduta nello stromento, che questa sia simile alla prospettiva di quello, e per-

ciò che gli assi dei pennelli di luce emanata dai varii punti dell'oggetto abbiano direzioni tali, all'uscire dall'istromento, che facciano fra loro degli angoli, maggiori sì, ma proporzionali a quelli che sarebbero compresi dalle rette visuali condotte ai punti medesimi.

Per tradurre in equazioni queste due condizioni, indispensabili in ogni stromento ottico, si esige che risolviamo preventivamente il seguente problema fondamentale.

Siano L_1L_1, L_2L_2 ..... L_nL_n nell'apposta figura



tante porzioni di superficie sferiche che dividono varii mezzi rifrangenti o riflettenti, i centri delle quali siano tutti situati su di un medesimo asse centrale CC'. Supponendo che tali porzioni siano piccole zone a base unica delle superficie totali, vale a dire che i raggi delle basi di dette zone siano piccole frazioni di quelli delle superficie sferiche di cui fan parte, e che un raggio di luce Ol_1 cada, con piccola obbliquità coll'asse centrale, sulla prima superficie L_1L_1, indi rifrangendosi o riflettendosi, secondo le leggi ottiche, passi successivamente per tutte le altre, si tratta di determinare il corso che il medesimo seguirà nel percorrere l'intero sistema dei varii mezzi rifrangenti.

2.

Incontro del raggio di luce colla prima superficie, e dimostrazione analitica delle formole del sig. Biot.

Per rappresentare il corso del raggio luminoso, lo riferiremo, seguendo i metodi della Geometria analitica divenuti ormai

tanto comuni, a delle coordinate rettangole. Assumeremo per asse delle x lo stesso asse centrale, e per assi delle y e delle z due altri assi ortogonali passanti per un punto del primo. Il raggio di luce sarà determinato nel suo corso, se, date le coordinate x_0, y_0, z_0 del punto d'onde parte, e gli angoli X_0, Y_0, Z_0 che la sua direzione fa coi tre assi, determineremo le coordinate x_1, y_1, z_1 del punto per cui entra nella prima superficie, e gli angoli X_1, Y_1, Z_1 che forma cogli assi delle coordinate all'uscire dalla medesima, penetrando nel secondo mezzo.

Per tal fine dinotiamo con Δ_0 la distanza del punto (x_0, y_0, z_0) dell'oggetto, da cui parte il raggio luminoso, al punto (x_1, y_1, z_1), in cui incontra la prima superficie rifrangente; le proiezioni di questa distanza sui tre assi saranno rappresentate, come è noto, dalle formole:

$$(1)\qquad \begin{cases} x_1 - x_0 = \Delta_0 \cos X_0, \\ y_1 - y_0 = \Delta_0 \cos Y_0, \\ z_1 - z_0 = \Delta_0 \cos Z_0. \end{cases}$$

Senza limitarci per ora alla supposizione, che la detta superficie sia sferica, consideriamo, per maggiore generalità, una superficie qualunque di rivoluzione intorno all'asse centrale e rappresentiamo con

$$(2)\qquad u = y^2 + z^2 - \phi(x) = 0$$

la sua equazione, dinotando $\phi(x)$ una funzione qualunque reale della x.

Dalla Geometria analitica si sa che, posto

$$U^2 = \frac{du^2}{dx^2} + \frac{du^2}{dy^2} + \frac{du^2}{dz^2},$$

i coseni k_1, l_1, m_1 degli angoli, che la normale alla superficie

medesima fa coi tre assi, sono dati da:

$$(3)\qquad k_1=\frac{1}{U}\frac{du}{dx},\qquad l_1=\frac{1}{U}\frac{du}{dy},\qquad m_1=\frac{1}{U}\frac{du}{dz}$$

valori che soddisfanno alla relazione

$$k_1^2+l_1^2+m_1^2=1.$$

Ora, le leggi dell'Ottica c'insegnano, 1°. che, quando un raggio di luce incontra una superficie unirifrangente o riflettente, questo raggio dopo la rifrazione o riflessione si trova nello stesso piano in cui stava colla perpendicolare alla superficie nel punto d'incidenza avanti d'essere rifratto o riflesso, 2°. che il seno dell'angolo, che esso faceva, prima della sua incidenza colla detta perpendicolare, stà al seno dell'angolo, che fa colla medesima penetrando nel secondo mezzo, in un rapporto costante, che è quello delle velocità con cui si propaga respettivamente la luce nei due mezzi separati dalla detta superficie. Questo rapporto è costante per tutti gli angoli d'incidenza e rifrazione, se la sostanza rifrangente e la specie di luce rimane la stessa, ma varia nella rifrazione, secondo la natura della sostanza ed il colore della luce, e nella riflessione è sempre indipendente da questi elementi ed eguale a -1.

Il coseno dell'angolo V_1, che il raggio luminoso fa colla normale alla superficie della lente nel punto d'incidenza, è espresso, usando delle denominazioni precedenti, da:

$$(4)\qquad \cos V_1=k_1\cos X_0+l_1\cos Y_0+m_1\cos Z_0;$$

ed i coseni degli angoli, che fa cogli assi delle coordinate x, y, z, la perpendicolare al piano, in cui il raggio luminoso e la normale suddetta si trovano situati, sono dati respettivamente da:

$$(5)\qquad \frac{l_1\cos Z_0-m_1\cos Y_0}{\sin V_1},\quad \frac{m_1\cos X_0-k_1\cos Z_0}{\sin V_1},\quad \frac{k_1\cos Y_0-l_1\cos X_0}{\sin V_1}.$$

Parimente il coseno dell'angolo V'_1, fatto dal raggio luminoso

colla normale alla superficie rifrangente nel punto d'emergenza, dopo la rifrazione, è espresso da:

$$(6)\qquad \cos V'_1 = k_1 \cos X_1 + l_1 \cos Y_1 + m_1 \cos Z_1 ;$$

ed i coseni degli angoli fatti cogli assi delle coordinate x, y, z, dalla perpendicolare al piano, in cui stanno le due sunnominate rette, sono respettivamente dati da:

$$(7)\quad \frac{l_1 \cos Z_1 - m_1 \cos Y_1}{\sin V'_1},\quad \frac{m_1 \cos X_1 - k_1 \cos Z_1}{\sin V'_1},\quad \frac{k_1 \cos Y_1 - l_1 \cos X_1}{\sin V'_1}.$$

Dunque, poichè i due piani suddetti devono coincidere per la prima legge d'Ottica, e poichè, per la seconda legge, chiamando v_0 e v_1 le velocità di propagazione della luce nel primo e secondo mezzo, si deve avere:

$$(8)\qquad \frac{1}{v_0} \sin V_1 = \frac{1}{v_1} \sin V'_1 ,$$

confrontando i valori dei coseni daticì dalle (5) e (7), che devono essere eguali fra loro, ed eliminando sin V_1 e sin V'_1 col mezzo di quest'ultima relazione, dovranno sussistere le equazioni:

$$\frac{1}{v_1} (l_1 \cos Z_1 - m_1 \cos Y_1) = \frac{1}{v_0} (l_1 \cos Z_0 - m_1 \cos Y_0),$$

$$\frac{1}{v_1} (m_1 \cos X_1 - k_1 \cos Z_1) = \frac{1}{v_0} (m_1 \cos X_0 - k_1 \cos Z_0),$$

$$\frac{1}{v_1} (k_1 \cos Y_1 - l_1 \cos X_1) = \frac{1}{v_0} (k_1 \cos Y_0 - l_1 \cos X_0).$$

Dalla seconda di queste equazioni, moltiplicata per m_1, sottragghiamo la terza moltiplicata per l_1, indi aggiungiamo e togliamo alla differenza le quantità

$$k^2 \cos X_1 \quad , \quad k^2 \cos X_0 \ ,$$

e ripetiamo un calcolo analogo colle equazioni terza e prima, e poi colla prima e seconda, con ciò e coll'uso delle (4) e (6), le tre precedenti equazioni verranno trasformate nelle seguenti:

$$(9)\quad \begin{cases} \cos X_1 = \dfrac{v_1}{v_0} \cos X_0 + k_1 \left(\cos V'_1 - \dfrac{v_1}{v_0} \cos V_1 \right), \\[2ex] \cos Y_1 = \dfrac{v_1}{v_0} \cos Y_0 + l_1 \left(\cos V'_1 - \dfrac{v_1}{v_0} \cos V_1 \right), \\[2ex] \cos Z_1 = \dfrac{v_1}{v_0} \cos Z_0 + m_1 \left(\cos V'_1 - \dfrac{v_1}{v_0} \cos V_1 \right). \end{cases}$$

Queste equazioni sono quelle, che furono dimostrate primieramente dal sig. Biot, e costituiscono l'importante innovazione introdotta dal medesimo nella teoria delle lenti, di cui abbiamo tenuto parola nel preliminare.

Le equazioni (1), (2), (4), (6), (9) contengono le relazioni necessarie fra gli elementi del calcolo per determinare il corso del raggio luminoso dopo il suo incontro colla prima superficie rifrangente, dato che fosse il punto di partenza del raggio e la direzione del medesimo. Infatti, sostituendo nell'equazione (2) per x_1, y_1, z_1 le espressioni date dalla (1), potremo avere un'equazione che non conterrà altra incognita che Δ_0. Determinata questa incognita colla risoluzione della detta equazione, risalendo alle (1) avremo i valori delle coordinate del punto d'incontro (x_1, y_1, z_1) del raggio luminoso colla superficie rifrangente, indi si otterranno dalle (3) i valori k_1, l_1, m_1 dei coseni degli angoli che la normale alla superficie fa coi tre assi delle coordinate, e dalla (4) quello dell'angolo d'incidenza V_1. Dalla (8) si potrà in seguito dedurre l'angolo di rifrazione V'_1, e con questi valori si avranno finalmente dalle (9) gli angoli X_1, Y_1, Z_1 che il raggio luminoso fa cogli assi delle coordinate al di là della prima superficie.

3.

Incontri del raggio luminoso colle successive superficie rifrangenti.

Se ora risguardiamo il punto (x_1, y_1, z_1) come un nuovo punto di partenza del raggio, la cui direzione sia data dagli angoli X_1, Y_1, Z_1 e vogliamo trovare il punto ove incontrerà la seconda superficie e la direzione con cui uscirà da essa, basterà dinotare con Δ_1 la parte del raggio intercetta fra le due superficie, e con x_2, y_2, z_2 ed X_2, Y_2, Z_2 respettivamente le coordinate del punto cercato e gli angoli che la direzione dimandata fa coi tre assi di queste, che le stesse considerazioni, le quali ci hanno fornito le equazioni (1), (2), (8), (9), ci condurranno alle seguenti, in cui tutti gli indici posti sotto le lettere sono aumentati d'un' unità,

$$x_2 - x_1 = \Delta_1 \cos X_1 ,$$

$$y_2 - y_1 = \Delta_1 \cos Y_1 ,$$

$$z_2 - z_1 = \Delta_1 \cos Z_1 ,$$

$$y_2^2 + z_2^2 - \phi_2(x) = u_2 = 0 ,$$

$$\sin V'_2 = \frac{v_2}{v_1} \sin V_2 ,$$

$$\cos X_2 = \frac{v_2}{v_1} \cos X_1 + k_2 \left(\cos V'_2 - \frac{v_2}{v_1} \cos V_2 \right) ,$$

$$\cos Y_2 = \frac{v_2}{v_1} \cos Y_1 + l_2 \left(\cos V'_2 - \frac{v_2}{v_1} \cos V_2 \right) ,$$

$$\cos Z_2 = \frac{v_2}{v_1} \cos Z_1 + m_2 \left(\cos V'_2 - \frac{v_2}{v_1} \cos V_2 \right) .$$

Proseguendo nello stesso modo da superficie in superficie è evi-

dente che, per la rifrazione o riflessione corrispondente alla superficie ν^{esima}, avremo le equazioni

$$
(10)\quad \left\{
\begin{aligned}
& x_\nu - x_{\nu-1} = \Delta_{\nu-1} \cos X_{\nu-1} \\
& y_\nu - y_{\nu-1} = \Delta_{\nu-1} \cos Y_{\nu-1} \\
& z_\nu - z_{\nu-1} = \Delta_{\nu-1} \cos Z_{\nu-1} \\
& y^2 + z^2 = \phi_\nu (x) = u_\nu = 0 \\
& \sin V'_\nu = \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \sin V_\nu \\
& \cos X_\nu = \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos X_{\nu-1} + k_\nu \left(\cos V'_\nu - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos V_\nu\right) \\
& \cos Y_\nu = \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos Y_{\nu-1} + l_\nu \left(\cos V'_\nu - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos V_\nu\right) \\
& \cos Z_\nu = \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos Z_{\nu-1} + m_\nu \left(\cos V'_\nu - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos V_\nu\right).
\end{aligned}
\right.
$$

Queste otto equazioni danno i valori delle incognite:

$$\Delta_\nu,\ x_\nu,\ y_\nu,\ z_\nu,\ V_\nu,\ X_\nu,\ Y_\nu,\ Z_\nu,$$

per mezzo delle quantità analoghe corrispondenti all'incontro del raggio colla superficie precedente, dei parametri contenuti nell'equazione della superficie ν^{esima} che si considera e dell'indice di rifrazione del nuovo mezzo.

Si potrà dunque, dalla cognizione del luogo del punto da cui parte il raggio luminoso e degli angoli che esso fa cogli assi delle coordinate, prima d'entrare nel sistema dei mezzi rifrangenti in considerazione, passare con un calcolo successivo a quelle del luogo del punto d'emergenza e degli angoli che danno la direzione del detto raggio appena uscito dal sistema medesimo.

CAPITOLO II.

Riduzione delle formole precedenti ad una forma conveniente per la loro risoluzione.

1.

Riflessioni sullo scopo delle ricerche da farsi.

Secondo ciò che abbiamo esposto alla fine del capitolo precedente il corso di un raggio di luce, che attraversa un sistema di mezzi diversamente rifrangenti separati da superficie di rivoluzione intorno all'asse centrale, sarebbe successivamente determinabile colle formole (10), che ci offrono il modo di assegnare la posizione e la direzione di esso dopo l'incontro con una superficie qualunque del sistema, quando la posizione e la direzione del raggio all'uscire dalla superficie precedente sono conosciute, ed i parametri di questa superficie e la velocità della luce nel nuovo mezzo sono date. Ma, una tale determinazione, particolare a ciascun caso, non soddisfarebbe al nostro oggetto, perchè, oltre all'essere impraticabile per un gran numero di raggi, sarebbe insufficiente per farci conoscere le relazioni che passano fra i cammini seguiti dai diversi raggi e gli elementi componenti il sistema ottico, relazioni le quali sono necessarie per costituire una teoria e porgerci i fondamenti su cui poter stabilire un giudizio completo degli effetti che il detto sistema può produrre.

Per ottenere siffatte relazioni bisogna eseguire la risoluzione algebrica delle equazioni generali segnate (10), dare, cioè, a ν successivamente tutti i valori in numeri interi da $\nu = 1$ sino a $\nu = n$ essendo n il numero delle superficie rifrangenti, eliminare dalle medesime tutte le incognite intermediarie, e trovare le formole analitiche che danno le coordinate del punto per cui esce un raggio qualunque dall'ultima superficie, ed i coseni degli angoli che la sua direzione fa cogli assi delle coordinate uscito dalla medesima, in funzione delle quantità analoghe che rappresentano il suo corso all'entrare nel sistema e

di quelle che esprimono i valori degli elementi di cui questo si compone.

Volendo eseguire la risoluzione di dette equazioni direttamente, coi metodi d'eliminazione conosciuti, ci troveremmo ben presto ingolfati in calcoli inestricabili, per causa dei radicali che le medesime contengono, e l'artificio per evitare quest'inconveniente sta nel profittare della piccolezza di cui i valori di alcune funzioni di quantità incognite differiscono da valori conosciuti, per semplicizzare le equazioni in discorso, risguardando da principio queste funzioni come date, e risolvere il problema per successive approssimazioni.

2.

Distinzione degli ordini di grandezza delle quantità comprese nelle formole precedenti.

Le quantità, che, come abbiamo già detto, hanno un tenue valore nel problema che trattiamo, sono quelle dipendenti dalle aperture delle porzioni di superficie che limitano i mezzi rifrangenti, che sono comunemente piccole in confronto dei parametri delle superficie medesime, e quelle relative alla poca inclinazione del raggio luminoso all'asse centrale.

Per considerare le prime, noteremo che la funzione indeterminata $\phi_\nu(x)$, compresa nella quarta delle equazioni (10), prende la forma $\rho_\nu^2 - (x - a_\nu)^2$, quando questa superficie è, come ne' casi comuni, una porzione di superficie sferica, il cui centro corrisponda all'ascissa a_ν ed il cui raggio sia ρ_ν. Sostituendo quest'espressione di $\phi_\nu(x)$, la detta equazione verrà rimpiazzata dalla seguente:

$$(1) \qquad u = (x - a_\nu)^2 + y^2 + z^2 - \rho_\nu^2 = 0.$$

Ora, affinchè l'apertura della superficie ν^{esima} sia piccola in confronto del raggio ρ_ν, bisognerà che i rapporti:

$$\frac{y}{\rho_\nu}, \qquad \frac{z}{\rho_\nu}$$

siano tuttavia piccoli dando ad y e z il massimo valore che queste variabili ottengono ai bordi delle superficie rifrangenti. Considerando questi rapporti, come quantità di prim' ordine, la frazione

$$\frac{y^2 + z^2}{\rho_\nu^2}$$

sarà pertanto una quantità di second' ordine.

La seconda condizione, che il raggio luminoso sia poco inclinato all'asse centrale, esige che l' angolo X_ν sia sempre piccolo, in tutti gli incontri che il medesimo raggio ha colle superficie rifrangenti, e che invece gli angoli Y_ν e Z_ν differiscano sempre poco da un angolo retto. Siccome fra i coseni di questi angoli esiste la relazione:

$$(2) \qquad \cos^2 X_\nu + \cos^2 Y_\nu + \cos^2 Z_\nu = 1$$

dalla quale si deduce:

$$(2)' \qquad \cos^2 Y_\nu + \cos^2 Z_\nu = \sin^2 X_\nu$$

Considereremo $\sin X_\nu$, $\cos Y_\nu$, $\cos Z_\nu$ come quantità piccole di prim' ordine, e quindi i termini che compongono quest' equazione come quantità di second' ordine.

3.

Espressioni approssimate delle coordinate dei punti in cui il raggio incontra le superficie rifrangenti.

Osservato l'ordine di piccolezza delle quantità od elementi di cui si compongono le equazioni (10), occupiamoci della riduzione delle medesime alla forma più conveniente per la loro risoluzione.

L'equazione (1) risoluta rispetto ad x ci dà primieramente

$$x = a_\nu \pm \rho_\nu \left(1 - \frac{y^2 + z^2}{\rho_\nu^2}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Il doppio segno corrisponde ai due casi in cui sia

$$x > a_\nu \text{, o viceversa } x < a_\nu ;$$

nel primo caso il centro della sfera, rappresentata dalla (1), si trova più vicino all'origine delle coordinate che non il punto d'incidenza del raggio luminoso, e la porzione della superficie sferica, che limita il mezzo rifrangente, volge la sua concavità verso l'origine, ossia verso la parte da cui abbiamo supposto che provenga il raggio luminoso; nel secondo caso, per lo contrario, il centro della sfera si trova a maggior distanza del detto punto d'incontro, e la superficie rifrangente volge la sua convessità verso l'origine.

Senza far uso del doppio segno potremo quindi considerare il valore di ρ_ν come positivo o negativo secondo che la superficie rifrangente volge la sua concavità o convessità verso l'origine delle coordinate, e con questa convenzione sarà sempre:

$$(3) \qquad x - a_\nu = \rho_\nu \left(1 - \frac{y^2 + z^2}{\rho^2_\nu} \right)^{\frac{1}{2}}$$

È facile di riconoscere che $a_\nu + \rho_\nu$ è la distanza, dall'origine delle coordinate, del punto della superficie ν^{esima} situato sull'asse centrale, o come si dice comunemente, del centro di figura di detta superficie; rappresentando con H_ν questa distanza, volgendo il radicale in serie e trascurando le quantità di quart'ordine, dalla precedente ricaveremo:

$$(4) \qquad x_\nu = H_\nu - \frac{1}{2} \frac{y^2_\nu + z^2_\nu}{\rho_\nu} ;$$

quindi, ponendo:

$$(5) \qquad \alpha_\nu = 1 - \frac{1}{2} \frac{y^2_\nu + z^2_\nu}{H_\nu \rho_\nu} ,$$

potremo dare al valore di x_ν la forma

$$(6) \qquad x_\nu = \alpha_\nu H_\nu ;$$

nelle formole precedenti abbiamo sottoposto alle coordinate x, y, z, l'indice ν, per distinguere che i loro valori appartengono soltanto alla superficie ν^{esima}.

Quando si trascurassero anche le quantità di second'ordine, dalla (5) si avrebbe $\alpha = 1$, e si potrebbe considerare il valore di x_ν come dato semplicemente dalla costante H_ν.

Cambiamo nella (4) ν in $\nu - 1$, e poi prendiamo la differenza fra la medesima e l'equazione dedotta; avremo:

$$x_\nu - x_{\nu-1} = H_\nu - H_{\nu-1} - \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_\nu + z^2{}_\nu}{\rho_\nu} + \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_{\nu-1} + z^2{}_{\nu-1}}{\rho_{\nu-1}}\,.$$

La quantità $H_\nu - H_{\nu-1}$ rappresenta evidentemente la distanza dei due centri di figura delle due superficie successive $(\nu - 1)^{\text{esima}}$ e ν^{esima}; dinotandola con $h_{\nu-1}$, sarà quindi

$$x_\nu - x_{\nu-1} = h_{\nu-1}\left\{1 - \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_\nu + z^2{}_\nu}{h_{\nu-1}\rho_\nu} + \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_{\nu-1} + z^2{}_{\nu-1}}{h_{\nu-1}\rho_{\nu-1}}\right\};$$

e trasportando questo valore di $x_\nu - x_{\nu-1}$ nella prima delle equazioni (10) dedurremo

$$\Delta_{\nu-1}\cos X_{\nu-1} = h_{\nu-1}\left\{1 - \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_\nu + z^2{}_\nu}{h_{\nu-1}\rho_\nu} + \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_{\nu-1} + z^2{}_{\nu-1}}{h_{\nu-1}\rho_{\nu-1}}\right\},$$

ovvero, poichè dalla formola (2) si ha prossimamente

$$(7) \qquad \cos X_{\nu-1} = 1 - \tfrac{1}{2}(\cos^2 Y_{\nu-1} + \cos^2 Z_{\nu-1})\,,$$

dividendo per questa la premessa equazione e sviluppando il denominatore in serie,

$$\Delta_{\nu-1} = h_{\nu-1}\left\{1 - \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_\nu + z^2{}_\nu}{h_{\nu-1}\rho_\nu} + \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_{\nu-1} + z^2{}_{\nu-1}}{h_{\nu-1}\rho_{\nu-1}} + \frac{1}{2}(\cos^2 Y_{\nu-1} + \cos^2 Z_{\nu-1})\right\}.$$

Se poniamo

$$(8) \quad \beta_{\nu-1} = 1 - \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_\nu + z^2{}_\nu}{h_{\nu-1}\rho_\nu} + \frac{1}{2}\,\frac{y^2{}_{\nu-1} + z^2{}_{\nu-1}}{h_{\nu-1}\rho_{\nu-1}} + \frac{1}{2}(\cos^2 Y_{\nu-1} + \cos^2 Z_{\nu-1})\,,$$

sarà

(9) $$\Delta_{\nu-1} = \beta_{\nu-1}\, h_{\nu-1}\,,$$

e facendo la sostituzione di questa espressione di $\Delta_{\nu-1}$ nella seconda e terza delle equazioni (10) del capitolo precedente, avremo

(10) $$\begin{cases} y_\nu - y_{\nu-1} = \beta_{\nu-1}\, h_{\nu-1} \cos Y_{\nu-1} \\ z_\nu - z_{\nu-1} = \beta_{\nu-1}\, h_{\nu-1} \cos Z_{\nu-1}\,. \end{cases}$$

La quantità $\beta_{\nu-1}$ dataci dalla (8) è pure, come quella che rappresenta la α_ν, tale che si riduce all'unità quando si trascurano le quantità di second' ordine, per cui, entro questo grado d'approssimazione, può considerarsi come conosciuta.

4.

Espressioni approssimate dei coseni degli angoli che il raggio luminoso fa cogli assi delle coordinate all' uscire da ciascuna delle superficie rifrangenti.

Passiamo ad eseguire delle riduzioni analoghe sulle tre ultime equazioni (10) date nel capitolo anteriore. Sostituendo nella prima di queste tre equazioni per k_ν il valore che si ricava impiegando, nella prima delle (3) del detto capitolo, l'espressione di u che ci vien data dalla (1), risulta

$$\cos X_\nu = \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos X_{\nu-1} + \frac{x_\nu - a_\nu}{\rho_\nu} \left(\cos V'_\nu - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos V_\nu \right),$$

la quale equazione, coll'eliminazione di

$$\frac{x_\nu - a_\nu}{\rho_\nu}\,, \quad \cos X_\nu \quad \text{e} \quad \cos X_{\nu-1}\,,$$

per mezzo delle (2) (3) (7), ci somministra

$$\cos V'_\nu - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos V_\nu = \frac{1 - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} - \frac{1}{2}(\cos^2 Y_\nu + \cos^2 Z_\nu) + \frac{1}{2}\frac{v_\nu}{v_{\nu-1}}(\cos^2 Y_{\nu-1} + \cos^2 Z_{\nu-1})}{1 - \frac{y^2_\nu + z^2_\nu}{2\rho^2_\nu}}\,.$$

Ponendo:

$$\gamma_\nu = 1 + \tfrac{1}{2}\frac{y^2_\nu + z^2_\nu}{\rho^2_\nu} - \tfrac{1}{2}\left\{\cos^2 Y_\nu + \cos^2 Z_\nu - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}}(\cos^2 Y_{\nu-1} + \cos^2 Z_{\nu-1})\right\}\left(1 - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}}\right)^{-1}$$

ed introducendo nelle altre due delle citate equazioni (10) per l_ν ed m_ν le loro espressioni dedotte dalle (3) del primo capitolo e dalla (1), si otterrà

$$(12)\quad \left\{ \begin{aligned} \cos Y_\nu &= \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos Y_{\nu-1} + \gamma_\nu \left(1 - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}}\right)\frac{y_\nu}{\rho_\nu}, \\ \cos Z_\nu &= \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}} \cos Z_{\nu-1} + \gamma_\nu \left(1 - \frac{v_\nu}{v_{\nu-1}}\right)\frac{z_\nu}{\rho_\nu}. \end{aligned} \right.$$

Se, per mezzo di queste formole, si eliminano $\cos Y_\nu$ e $\cos Z_\nu$ da quella segnata (11), esprimente il valore del coefficiente γ_ν, e si trascurano le quantità di quart'ordine, si riconoscerà con facili riduzioni che quel coefficiente prende una forma più semplice, e vien dato da

$$(13)\quad \gamma_\nu = 1 + \tfrac{1}{2}\frac{v_\nu}{v_{\nu-1}}\left\{\left(\frac{y_\nu}{\rho_\nu} - \cos Y_{\nu-1}\right)^2 + \left(\frac{z_\nu}{\rho_\nu} - \cos Z_{\nu-1}\right)^2\right\}:$$

e si potrà parimente, come è stato detto dei coefficienti precedenti α_ν e $\beta_{\nu-1}$, prendere

$$\gamma_\nu = 1$$

quando si omettano le quantità di second'ordine.

CAPITOLO III.

Risoluzione delle equazioni che somministrano i valori tanto delle coordinate y_n, z_n, quanto dei coseni degli angoli Y_n e Z_n, in funzione delle rispettive coordinate y_0, z_0, y_1 e z_1 del punto radiante e del punto d'incidenza del raggio luminoso sulla prima superficie rifrangente.

1.

Indicazione del metodo di risoluzione ed ordinamento delle equazioni.

Le formole generali (10) (12) del capitolo precedente sono così preparate, che, considerando in esse $\beta_{\nu-1}$ e γ_ν come quantità cognite e dando a ν tutti i valori da 1 ad n, somministrano una serie di equazioni di primo grado, analoghe a quelle a cui i Geometri hanno dato il nome di serie ricorrenti a scala variabile. Sebbene le $\beta_{\nu-1}$ e γ_ν non siano esattamente conosciute, tuttavia abbiamo visto che si possono, per approssimazione, prendere eguali all'unità. Risolveremo quindi le dette equazioni ritenendo come conosciuta la scala di relazione, e dedurremo le espressioni analitiche delle incognite y_λ, cos Y_λ e z_λ, cos Z_λ per un indice qualunque λ, in funzione di y_0, cos Y_0 e, z_0, cos Z_0. Facendo in seguito nelle formole ottenute le quantità β_ν e γ_ν eguali all'unità avremo dei primi valori approssimati delle dette incognite, che saranno sufficientemente esatti per poter essere impiegati a calcolare i termini di second'ordine nelle espressioni di $\beta_{\nu-1}$ e γ_ν, dati dalle espressioni (8) (13), e quindi a poter conseguire dei valori più esatti di questi coefficienti. Mettendo per ultimo i nuovi valori corretti di questi coefficienti nelle formole analitiche (10) e (12) dedurremo, come si vedrà nella Parte III, quelli delle incognite y_ν, cos Y_ν; z_ν, cos Z_ν approssimati sino al terz'ordine inclusivo, quando si considerano le incognite medesime come di prim'ordine.

Per effettuare con più semplicità l'indicato processo di calcolo diamo alle equazioni (10) (12) la forma:

$$(1)\quad\begin{cases} y_\nu = v_{\nu-1}\,\beta_{\nu-1}\,h_{\nu-1}\,\dfrac{\cos Y_{\nu-1}}{v_{\nu-1}} + y_{\nu-1}\,, \\[2ex] \dfrac{1}{v_\nu}\cos Y_\nu = \dfrac{\gamma_\nu}{\rho_\nu}\left(\dfrac{1}{v_\nu}-\dfrac{1}{v_{\nu-1}}\right) y_\nu + \dfrac{1}{v_{\nu-1}}\cos Y_{\nu-1}\,; \end{cases}$$

$$(2)\quad\begin{cases} z_\nu = v_{\nu-1}\,\beta_{\nu-1}\,h_{\nu-1}\,\dfrac{\cos Z_{\nu-1}}{v_{\nu-1}} + z_{\nu-1}\,, \\[2ex] \dfrac{1}{v_\nu}\cos Z_\nu = \dfrac{\gamma_\nu}{\rho_\nu}\left(\dfrac{1}{v_\nu}-\dfrac{1}{v_{\nu-1}}\right) z_\nu + \dfrac{1}{v_{\nu-1}}\cos Z_{\nu-1}\,; \end{cases}$$

Siccome il primo sistèma (1) di queste equazioni è affatto simile al secondo (2), nessun' altra differenza essendovi, se non che le y ed Y sono surrogate da z e Z, basterà risolvere quelle del primo sistema che, facendo nelle equazioni risultanti il detto surrogamento, le stesse formole serviranno per la risoluzione delle seconde.

2.

Risoluzione delle premesse equazioni.

Per risolvere le suddette equazioni (1) poniamo generalmente:

$$(3)\qquad y_\nu = \xi_{2\nu-1}\quad,\quad \frac{1}{v_\nu}\cos Y_\nu = \xi_{2\nu}\,,$$

$$(4)\qquad p_{2\nu-2} = v_{\nu-1}\,\beta_{\nu-1}\,h_{\nu-1}\,,\quad p_{2\nu-1} = \frac{\gamma_\nu}{\rho_\nu}\left(\frac{1}{v_\nu}-\frac{1}{v_{\nu-1}}\right),$$

indi cominciando dalla seconda, ponendo in essa $\nu=1$, e prendendo come dati:

$$(3)_1\qquad \frac{1}{v_0}\cos Y_0 = \xi_0\quad,\quad y_1 = \xi_1\,,$$

facciamo crescere successivamente ν di un' unità, passando dal-

la seconda alla prima, ed alternativamente dall'una all'altra equazione, con che si otterrà il seguente sistema:

$$(5)\quad \begin{cases} \xi_2 = p_1 \xi_1 + \xi_0 , \\ \xi_3 = p_2 \xi_2 + \xi_1 , \\ \xi_4 = p_3 \xi_3 + \xi_2 , \\ \vdots \\ \xi_{2n-1} = p_{2n-2} \xi_{2n-2} + \xi_{2n-3} , \\ \xi_{2n} = p_{2n-1} \xi_{2n-1} + \xi_{2n-2} ; \end{cases}$$

nelle quali i valori di $p_1, p_2, p_3 \ldots\ldots p_{2n-2}, p_{2n-1}$, saranno espressi da:

$$(6)\quad \begin{cases} p_1 = \frac{\gamma_1}{\rho_1}\left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_0}\right) , \\ p_3 = \frac{\gamma_2}{\rho_2}\left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1}\right) , \\ \vdots \\ p_{2n-1} = \frac{\gamma_n}{\rho_n}\left(\frac{1}{v_n} - \frac{1}{v_{n-1}}\right) , \end{cases} \qquad (6)_1\quad \begin{cases} p_2 = v_1 h_1 \beta_1 , \\ p_4 = v_2 h_2 \beta_2 , \\ \vdots \\ p_{2n-2} = v_{n-1} h_{n-1} \beta_{n-1} . \end{cases}$$

Ora è chiaro che colla successiva sostituzione dei valori precedentemente ottenuti da ciascuna delle equazioni (5) nella seguente si potrà ridurre una qualunque delle incognite ξ_μ ad essere espressa dalle due quantità ξ_1 e ξ_0, che possono considerarsi come date, e come quelle equazioni sono tutte lineari, quando si prescinda dalla variabilità di $\beta_{\nu-1}$ e γ_ν, il risultato sarà della forma:

$$(7)\qquad \xi_\mu = \overset{(1)}{P}_{\mu-1}\, \xi_1 + \overset{(2)}{P}_{\mu-1}\, \xi_0 ,$$

nel quale i coefficienti $\overset{(1)}{P}_{\mu-1}$ e $\overset{(2)}{P}_{\mu-1}$ saranno delle funzioni di $p_1, p_2 \ldots p_{\mu-1}$. Per trovare queste funzioni osserveremo che, es-

sendo le due parti moltiplicate per le variabili ξ_1 e ξ_0 indipendenti fra loro, potremo cercare i coefficienti $P^{(1)}_{\mu-1}$ e $P^{(2)}_{\mu-1}$ a parte, facendo nell'equazione (5), prima $\xi_0=0$, e poi $\xi_1=0$. Quando si fa $\xi_0=0$, il coefficiente $P^{(1)}_{\mu-1}$ nell'equazione (7) prende successivamente i valori:

$$
\text{(I)}\left\{\begin{array}{l}
P^{(1)}_0 = 1 \\
P^{(1)}_1 = p_1 \\
P^{(1)}_2 = p_1p_2 + 1 \\
P^{(1)}_3 = p_1p_2p_3 + p_1 + p_3 \\
P^{(1)}_4 = p_1p_2p_3p_4 + p_1p_2 + p_1p_4 + p_3p_4 + 1 \\
P^{(1)}_5 = p_1p_2p_3p_4p_5 + p_1p_2p_3 + p_1p_2p_5 + p_1p_4p_5 + p_3p_4p_5 + p_1 + p_3 + p_5 \\
\text{ec.} \qquad\qquad \text{ec.}
\end{array}\right.
$$

Se invece si fa $\xi_1=0$, e si sostituiscono successivamente i valori risultanti delle ξ nell'equazione seguente, si troveranno per esprimere i coefficienti $P^{(2)}_{\mu-1}$ le eguaglianze:

$$
\text{(II)}\left\{\begin{array}{l}
P^{(2)}_0 = 0 \\
P^{(2)}_1 = 1 \\
P^{(2)}_2 = p_2 \\
P^{(2)}_3 = p_2p_3 + 1 \\
P^{(2)}_4 = p_2p_3p_4 + p_2 + p_4 \\
P^{(2)}_5 = p_2p_3p_4p_5 + p_2p_3 + p_2p_5 + p_4p_5 + 1 \\
\text{ec.} \qquad\qquad \text{ec.}
\end{array}\right.
$$

3.

Valori delle coordinate del punto d'incontro d'un raggio luminoso con una superficie rifrangente qualunque del sistema, e dei coseni degli angoli che ne assegnano la direzione all'uscire dalla medesima.

Supposti determinati i coefficienti $\overset{(1)}{P}_{\lambda}$ e $\overset{(2)}{P}_{\lambda}$ per un numero qualunque λ, ciò che mostreremo a fare in un modo generale nel capitolo seguente, possiamo passare ad esprimere le coordinate del punto in cui il raggio luminoso incontra la superficie ν^{esima} del sistema, non che gli angoli che esso fa cogli assi delle coordinate y e z, dopo essere stato da questa rifratto.

Prendendo infatti nell'equazione (7) successivamente $\mu = 2\nu - 1$, e $\mu = 2\nu$, e riponendo pei $\xi_{2\nu-1}$ e $\xi_{2\nu}$, e per ξ_1 e ξ_0 le loro espressioni forniteci dalle posizioni (3) e (4), avremo le due equazioni:

$$
(8) \quad \left\{
\begin{aligned}
y_\nu &= \overset{(1)}{P}_{2\nu-2}\, y_1 + \frac{1}{v_0}\, \overset{(2)}{P}_{2\nu-2} \cos Y_0 \quad , \\
\cos Y_\nu &= v_\nu\, \overset{(1)}{P}_{2\nu-1}\, y_1 + \frac{v_\nu}{v_0}\, \overset{(2)}{P}_{2\nu-1} \cos Y_0 \quad ;
\end{aligned}
\right.
$$

ed in conseguenza, poichè, come abbiamo sopra notato, le espressioni di z_ν e $\cos Z_\nu$ si ottengono col solo cambiare in queste y_ν e Y_ν in z_ν e Z_ν, come pure y_0 ed Y_0 in z_0 e Z_0, si avrà anche:

$$
(9) \quad \left\{
\begin{aligned}
z_\nu &= \overset{(1)}{P}_{2\nu-2}\, z_1 + \frac{1}{v_0}\, \overset{(2)}{P}_{2\nu-2} \cos Z_0 \quad , \\
\cos Z_\nu &= v_\nu\, \overset{(1)}{P}_{2\nu-1}\, z_1 + \frac{v_\nu}{v_0}\, \overset{(2)}{P}_{2\nu-1} \cos Z_0 \quad :
\end{aligned}
\right.
$$

per mezzo delle quali, e di quelle segnate (5) e (6) nel capi-

tolo II, tanto la posizione quanto la direzione del raggio rifratto, dopo aver attraversato una superficie qualunque, potranno essere completamente determinate, quando sia dato il punto d'incidenza e la direzione del raggio luminoso all'entrare nello stromento.

4.

Trasformazione delle equazioni precedenti introducendo le coordinate del punto radiante dell'oggetto in luogo degli angoli, che la direzione del raggio emanato dal medesimo punto fa coi tre assi delle coordinate.

Possiamo mettere le precedenti equazioni sotto una forma più comoda per le applicazioni, escludendo da esse $\cos Y_0$ e $\cos Z_0$ ed ammettendo, in loro vece le coordinate y_0 e z_0 del punto dell'oggetto, da cui il raggio incidente sulla prima superficie rifrangente ha emanato. Perciò si osserverà che giusta le formole (1) del capitolo I, si ha:

(10) $$\cos Y_0 = \frac{y_1 - y_0}{\Delta_0} \quad , \quad \cos Z_0 = \frac{z_1 - z_0}{\Delta_0} \; ;$$

e che, sostituendo questi valori nelle formole (8) (9), e ponendo per brevità:

(11) $$\overset{(1)}{Q}_{2\nu-2} = \overset{(1)}{P}_{2\nu-2} + \frac{1}{v_0\Delta_0}\overset{(2)}{P}_{2\nu-2} \quad , \quad \overset{(1)}{Q}_{2\nu-1} = \overset{(1)}{P}_{2\nu-1} + \frac{1}{v_0\Delta_0}\overset{(2)}{P}_{2\nu-1} \; ,$$

risulta:

2) $$\begin{cases} y_\nu = \overset{(1)}{Q}_{2\nu-2} y_1 - \dfrac{1}{v_0\Delta_0}\overset{(2)}{P}_{2\nu-2} y_0 \; , & z_\nu = \overset{(1)}{Q}_{2\nu-2} z_1 - \dfrac{1}{v_0\Delta_0}\overset{(2)}{P}_{2\nu-2} z_0 \; , \\ \cos Y_\nu = v_\nu \overset{(1)}{Q}_{2\nu-1} y_1 - \dfrac{v_\nu}{v_0\Delta_0}\overset{(2)}{P}_{2\nu-1} y_0 \; , & \cos Z_\nu = v_\nu \overset{(1)}{Q}_{2\nu-1} z_1 - \dfrac{v_\nu}{v_0\Delta_0}\overset{(2)}{P}_{2\nu-1} z_0 \; , \end{cases}$$

le quali formole sono appunto quelle che ci eravamo proposti di trovare.

CAPITOLO IV.

Digressione sulla forma e sulle proprietà delle funzioni $P_\lambda^{(1)}$, $P_\lambda^{(2)}$.

1.

Regola pratica per la composizione delle funzioni $P_\lambda^{(1)}$, $P_\lambda^{(2)}$ corrispondenti ad un indice qualunque λ.

Se si getta uno sguardo sulle espressioni delle funzioni $P_\lambda^{(1)}$, $P_\lambda^{(2)}$, che abbiamo dato nell'articolo 2 del capitolo precedente, si riconosce direttamente che queste due funzioni sono respettivamente il numeratore ed il denominatore delle frazioni che esprimerebbero i valori della frazione continua:

$$p_1 + \cfrac{1}{p_2 + \cfrac{1}{p_3 + \cfrac{1}{p_4 + \text{ec.}}}} ,$$

allorchè si tenesse successivamente conto soltanto di uno, di due, di tre,...... di λ termini della medesima (*).

La legge con cui sono formati i coefficienti $P_\lambda^{(1)}$ può enunciarsi nel seguente modo.

Il primo termine di questi coefficienti deve essere il prodotto di tutte le p cogli indici da 1 sino a λ, e per conseguenza deve constare di λ fattori, che si scriveranno uno dopo l'altro coi loro indici nella progressione dei numeri naturali.

Con questo termine si formeranno tutti quelli composti di λ — 2 fattori, cambiando successivamente nell'unità tutti i pro-

(*) Euler. *Introductio in Analisin infinitorum*. Lib. I, Cap. XVIII, Art. 358.

dotti binarii contenuti in esso, e fatti da due delle p che abbiano indici consecutivi nella suddetta progressione.

Da questi termini si passerà ai termini di $\lambda - 4$ fattori cambiando ancora in essi successivamente nell'unità i prodotti di due qualunque delle p che abbiano indici consecutivi, cioè il seguente di una unità maggiore del precedente, e sopprimendo ciascun termine che sia già apparso una volta.

Si proseguirà nello stesso modo sino a che si arriverà ai termini che non conterranno che una sola delle p, oppure ad un solo termine che sia l'unità. Il primo caso si offrirà quando l'indice λ è dispari, ed il secondo quando è pari.

Il quadro annesso mostra il processo con cui si possono formare i coefficienti $P_6^{(1)}$ e $P_7^{(1)}$.

$$
(1)' \left\{ \begin{aligned} P_6^{(1)} = {} & p_1p_2p_3p_4p_5p_6 \\ & + p_1p_2p_3p_4 + p_1p_2p_3p_6 + p_1p_2p_5p_6 + p_1p_4p_5p_6 + p_3p_4p_5p_6 \\ & + p_1p_2 + p_1p_4 + p_3p_4 + p_1p_6 + p_3p_6 + p_5p_6 + 1 . \end{aligned} \right.
$$

$$
(1)'' \left\{ \begin{aligned} P_7^{(1)} = {} & p_1p_2p_3p_4p_5p_6p_7 \\ & + p_1p_2p_3p_4p_5 + p_1p_2p_3p_4p_7 + p_1p_2p_3p_6p_7 \\ & + p_1p_2p_5p_6p_7 + p_1p_4p_5p_6p_7 + p_3p_4p_5p_6p_7 \\ & + p_1p_2p_3 + p_1p_2p_5 + p_1p_4p_5 + p_3p_4p_5 + p_1p_2p_7 \\ & + p_1p_4p_7 + p_3p_4p_7 + p_1p_6p_7 + p_3p_6p_7 + p_5p_6p_7 \\ & + p_1 + p_3 + p_5 + p_7 . \end{aligned} \right.
$$

Sopprimendo nel primo termine di $P_7^{(1)}$ successivamente i prodotti binarii p_6p_7, p_5p_6, p_4p_5, p_3p_4, p_2p_3, p_1p_2 si hanno i sei

termini del grado $7-2$, e continuando a sopprimere i detti binarii compresi in ciascuno di questi ultimi sei termini si ottengono successivamente quelli del grado $7-4$, e così di seguito.

Conoscendo la legge colla quale si può comporre l'espressione del coefficiente $P_\lambda^{(1)}$ con un indice qualunque λ, possiamo valerci di essa per formare anche il coefficiente $P_\lambda^{(2)}$. Risulta infatti, dal modo con cui le equazioni (5) del capitolo precedente sono risolute per successive sostituzioni, che la legge di composizione della funzione $P_\lambda^{(2)}$ deve risultare la stessa di quella con cui si compone la $P_\lambda^{(1)}$, colla sola differenza che l'elemento p_1 si trova escluso, e si deve cominciare nel formare il primo termine di questo coefficiente dal fattore p_2. Basterà quindi comporre colla stessa regola, ma impiegando degli elementi p, i cui indici siano tutti aumentati di un'unità, un'espressione simile a quella di $P_{\lambda-1}^{(1)}$, per avere la richiesta funzione $P_\lambda^{(2)}$.

2.

Deduzione dei coefficienti, con indici sottoposti minori di λ, da quelli già formati e completi di $P_\lambda^{(1)}$, $P_\lambda^{(2)}$.

Dalle espressioni dei coefficienti $P_\lambda^{(1)}$, $P_\lambda^{(2)}$ si può successivamente discendere a quelle dei coefficienti, in cui l'indice sottoposto è minore di λ, col mezzo di semplici derivazioni. Per provarlo, sostituiamo, nell'equazione d'indice indeterminato:

$$\xi_{\lambda+1} = p_\lambda \xi_\lambda + \xi_{\lambda-1} \quad ,$$

per $\xi_{\lambda+1}, \xi_\lambda, \xi_{\lambda-1}$ le loro espressioni risultanti dal porre suc-

cessivamente $\mu = \lambda + 1, \lambda, \lambda - 1$ nell'equazione (7) del capitolo precedente, e si avrà:

$$P_\lambda^{(1)} \xi_1 + P_\lambda^{(2)} \xi_0 = p_\lambda \left(P_{\lambda-1}^{(1)} \xi_1 + P_{\lambda-1}^{(2)} \xi_0 \right) + P_{\lambda-2}^{(1)} \xi_1 + P_{\lambda-2}^{(2)} \xi_0 \, .$$

Acciò quest'equazione sia verificata per tutti i valori di ξ_1 e ξ_0, che sono due variabili indipendenti, bisogna che i coefficienti di ciascuna di esse siano eguali in un membro e l'altro, per cui si avranno le identità:

$$(1) \qquad \begin{cases} P_\lambda^{(1)} = p_\lambda P_{\lambda-1}^{(1)} + P_{\lambda-2}^{(1)} \, , \\[2ex] P_\lambda^{(2)} = p_\lambda P_{\lambda-1}^{(2)} + P_{\lambda-2}^{(2)} \, . \end{cases}$$

Ora, siccome p_λ non è mai contenuto nei valori di $P_\mu^{(1)}, P_\mu^{(2)}$ in cui μ sia minore di λ, prendendo le derivate rispetto a p_λ delle identità precedenti, si otterrà:

$$(2) \qquad P_{\lambda-1}^{(1)} = \frac{dP_\lambda^{(1)}}{dp_\lambda} \, , \qquad P_{\lambda-1}^{(2)} = \frac{dP_\lambda^{(2)}}{dp_\lambda} \, :$$

ed i valori dei coefficienti in discorso con un dato indice saranno deducibili da quelli che hanno un indice maggiore di un'unità, eseguendo una semplice derivazione.

3.

Relazione notevole fra i quattro coefficienti $P_{\lambda-1}^{(1)}, P_{\lambda-1}^{(2)}, P_\lambda^{(1)}, P_\lambda^{(2)}$.

Eliminiamo fra le due equazioni segnate (1) l'elemento p_λ, contenuto esplicitamente in esse, ed otterremo:

$$P_\lambda^{(1)} P_{\lambda-1}^{(2)} - P_\lambda^{(2)} P_{\lambda-1}^{(1)} = - \left(P_{\lambda-1}^{(1)} P_{\lambda-2}^{(2)} - P_{\lambda-2}^{(1)} P_{\lambda-1}^{(2)} \right) .$$

Diminuendo in questa formola successivamente di un'unità l'indice λ, e surrogando sempre i secondi membri coi valori di essi che si ottengono discendendo dall'una all'altra delle equazioni risultanti, si arriva alla seguente:

$$P_\lambda^{(1)} P_{\lambda-1}^{(2)} - P_{\lambda-1}^{(1)} P_\lambda^{(2)} = \pm \left(P_1^{(1)} P_0^{(2)} - P_0^{(1)} P_1^{(2)}\right);$$

il segno superiore valendo per λ dispari, e l'inferiore per λ pari.

Ora, usando dei valori di $P_0^{(1)}, P_1^{(1)}, P_0^{(2)}, P_1^{(2)}$ datici dalle formole (I) e (II) del capitolo precedente, si ha:

$$P_1^{(1)} P_0^{(2)} - P_0^{(1)} P_1^{(2)} = -1;$$

dunque risulterà qualunque sia λ:

$$(3) \qquad P_\lambda^{(1)} P_{\lambda-1}^{(2)} - P_{\lambda-1}^{(1)} P_\lambda^{(2)} = \pm 1,$$

il segno superiore corrispondendo a λ pari, e l'inferiore a λ dispari.

4.

Notazione più generale delle funzioni P, e loro decomposizione.

Alle due precedenti proprietà delle funzioni $P_\lambda^{(1)}$, $P_\lambda^{(2)}$, esposte dal Lagrange nella citata Memoria, e già anteriormente dimostrate dall'Eulero, ne aggiungeremo altre, che quest'Autore ha fatto conoscere (*), per mezzo delle quali potremo rendere più facili le trasformazioni da eseguirsi nel seguito.

(*) La Teoria di queste funzioni può essere compresa in quella più generale conosciuta sotto il nome, introdotto dal sig. Cauchy, di *Teoria dei determinanti*. Non abbiamo creduto opportuno di tradurre le dimostrazioni date nel testo, in corollarii di quest'ultima Teoria, perchè le

Abbiamo fin'ora considerato le funzioni P provenienti dalla risoluzione del sistema delle dette equazioni (5) cominciando dalla prima: se si partisse invece da una qualunque delle medesime, per esempio da quella in cui l'incognita del primo membro è ξ_{i+1}, e si discendesse determinando successivamente i valori di ξ_{i+2}, ξ_{i+3} ec., impiegando soltanto la porzione seguente del sistema in discorso,

$$
(4) \quad \left\{ \begin{aligned}
\xi_{i+1} &= p_i \quad \xi_i \quad + \xi_{i-1} , \\
\xi_{i+2} &= p_{i+1} \, \xi_{i+1} + \xi_i , \\
&\vdots \\
\xi_\lambda &= p_{\lambda-1} \, \xi_{\lambda-1} + \xi_{\lambda-2} , \\
\xi_{\lambda+1} &= p_\lambda \quad \xi_\lambda \quad + \xi_{\lambda-1} ,
\end{aligned} \right.
$$

è chiaro che i coefficienti di ξ_i e ξ_{i-1} risulterebbero ancora formati colla stessa legge con cui lo furono precedentemente quelli di ξ_1 e ξ_0, colla sola differenza che gli indici dei fattori, componenti il primo termine del coefficiente di ξ_i, comincerebbero da i, e quelli dei coefficienti di ξ_{i-1} da $i+1$, e terminerebbero amendue con λ.

Siccome abbiamo già posto a destra, ed in alto delle fun-

dimostrazioni date sono tanto semplici e dirette che, pensiamo, non riuscirà discaro al lettore di trovarle incorporate in questo capitolo, senza bisogno di ricorrere ad altre fonti.

Le funzioni di cui si tratta sono state considerate primieramente dall'Eulero in una Memoria, inserita fra quelle del Tomo IX, anno 1764, dell'Accademia di Pietroburgo, ed è intitolata *Specimen algorithmi singularis*: dipoi hanno fatto il soggetto d'una Memoria del sig. Terquem, compresa nel Tomo IV del Giornale di Matematiche ec. del sig. Liouville, col titolo: *Sur un symbole combinatoire d'Euler, et son utilité dans l'Analyse*.

Rispetto alla Teorica generale dei determinanti non vogliamo omettere d'indicare, a pro di quelli che bramassero instruirsi in questo ramo d'Analisi, il commendevole Opuscolo intitolato *La Teorìa dei determinanti e le sue principali applicazioni* del Prof. Francesco Brioschi. — Pavia 1851.

zioni $P^{(1)}_{\lambda}$ e $P^{(2)}_{\lambda}$ la cifra 1 ovvero 2, compresa frà parentesi, per indicare che il primo fattore del primo termine delle medesime funzioni è respettivamente p_1 ovvero p_2, ed abbiamo impiegato l'indice λ in basso per indicare che l'ultimo fattore è p_λ, così, generalizzando questa notazione, scriveremo $P^{(i)}_{\lambda}$ e $P^{(i+1)}_{\lambda}$ per dinotare le funzioni fatte colla stessa legge, ma nelle quali il primo fattore del primo termine sia p_i per la prima, e p_{i+1} per la seconda, l'ultimo termine rimanendo p_λ per ambedue. La differenza fra l'indice inferiore e superiore, aumentata dell'unità, corrisponderà come precedentemente al numero dei fattori con cui il detto primo termine è composto, e, scritto questo primo termine, si dedurranno gli altri seguendo le stesse regole che abbiamo esposte all'articolo (1).

Adottando queste notazioni il valore di $\xi_{\lambda+1}$ sarà quindi espresso da:

$$\xi_{\lambda+1} = P^{(i)}_{\lambda}\, \xi_i + P^{(i+1)}_{\lambda}\, \xi_{i-1}\,. \tag{5}$$

Si ricavino dalla (7) del capitolo III i valori di $\xi_{\lambda+1}$, ξ_i, ξ_{i-1}, cambiando successivamente μ in $\lambda+1$, in i, ed in $i-1$, e poi si sostituiscano le espressioni risultanti in quest'equazione; la medesima, non potendo più sussistere se i coefficienti delle due variabili indipendenti ξ_1 e ξ_0 non sieno eguali nel primo e secondo membro, ci farà vedere che esistono le due seguenti:

$$\left\{\begin{aligned} P^{(1)}_{\lambda} &= P^{(i)}_{\lambda}\, P^{(1)}_{i-1} + P^{(i+1)}_{\lambda}\, P^{(1)}_{i-2}\,, \\ P^{(2)}_{\lambda} &= P^{(i)}_{\lambda}\, P^{(2)}_{i-1} + P^{(i+1)}_{\lambda}\, P^{(2)}_{i-2}\,, \end{aligned}\right. \tag{6}$$

dalle quali e dalla (8) si ricaverà viceversa:

$$P^{(i)}_{\lambda} = \pm\left(P^{(1)}_{\lambda}\, P^{(2)}_{i-2} - P^{(2)}_{\lambda}\, P^{(1)}_{i-2}\right), \tag{7}$$

valendo il segno superiore od inferiore, secondo che i sarà dispari, o pari.

Cambiamo λ in $\lambda - 1$ in quest' ultima equazione, ed avremo:

$$\overset{(i)}{P}_{\lambda-1} = \pm \left(\overset{(1)}{P}_{\lambda-1} \overset{(2)}{P}_{i-2} - \overset{(2)}{P}_{\lambda-1} \overset{(1)}{P}_{i-2} \right)$$

e poi eliminiamo fra questa e la precedente, successivamente $\overset{(2)}{P}_{i-2}$ e $\overset{(1)}{P}_{i-2}$; attendendo alla (3), troveremo:

$$(3)_1 \qquad \left\{ \begin{array}{l} \overset{(1)}{P}_{\lambda} \overset{(i)}{P}_{\lambda-1} - \overset{(1)}{P}_{\lambda-1} \overset{(i)}{P}_{\lambda} = \pm \overset{(1)}{P}_{i-2}, \\ \overset{(2)}{P}_{\lambda} \overset{(i)}{P}_{\lambda-1} - \overset{(2)}{P}_{\lambda-1} \overset{(i)}{P}_{\lambda} = \pm \overset{(2)}{P}_{i-2}, \end{array} \right.$$

le quali sono una generalizzazione della formola (3): il segno superiore sta per $\lambda - i$ pari, e l'inferiore per $\lambda - i$ dispari.

5.

Usi delle formole dell' articolo precedente, ed espressioni delle derivate $\overset{(1)}{P}_{\lambda}$ e $\overset{(2)}{P}_{\lambda}$, rispetto ad un elemento p_i qualunque.

Distinguendo le funzioni P in diversi ordini secondo il numero dei fattori componenti il primo termine, le due equazioni (6) ci offrono il modo di esprimere le funzioni $\overset{(1)}{P}_{\lambda}$, $\overset{(2)}{P}_{\lambda}$, dell'ordine λ, che risultano formate d'una moltiplicità di termini, quando λ è un numero un po' grande, per mezzo di due prodotti binarii di funzioni più semplici d'ordine non maggiore di $\lambda - i + 1$, ed $i - 1$.

Un altro vantaggio delle formole (6) è quello di poterci somministrare con semplicità le derivate di $\overset{(1)}{P}_{\lambda}$ e $\overset{(2)}{P}_{\lambda}$ rispetto ad uno qualunque degli elementi p. Infatti, osservando che l'ele-

mento p_{i-1} è soltanto compreso in $P^{(1)}_{i-1}$ e $P^{(2)}_{i-1}$, e non si trova nelle funzioni P che hanno l'indice superiore $> i-1$, o l'inferiore $< i-1$, eseguendo la derivazione delle (6) rispetto a p_{i-1}, ponendo mente alle formole (2), e cambiando in seguito per semplicità l'indice $i-1$ nell'indice i, ricaveremo:

$$(8) \qquad \frac{dP^{(1)}_\lambda}{dp_i} = P^{(i+1)}_\lambda \, P^{(1)}_{i-1} \quad , \quad \frac{dP^{(2)}_\lambda}{dp_i} = P^{(i+1)}_\lambda \, P^{(2)}_{i-1} \; .$$

Le altre due equazioni, segnate (7) e $(3)_1$, ci somministreranno il mezzo di fare delle utili riduzioni nelle ricerche che istituiremo in appresso.

6.

Invariabilità delle funzioni P invertendo gli indici degli elementi p.

Se si scrivessero le equazioni dell'articolo 4 in ordine inverso, come segue:

$$(9) \quad \left\{ \begin{aligned} \xi_{\lambda-1} &= - p_\lambda \; \xi_\lambda + \xi_{\lambda+1} \; , \\ \xi_{\lambda-2} &= - p_{\lambda-1} \; \xi_{\lambda-1} + \xi_\lambda \; , \\ &\vdots \\ \xi_i &= - p_{i+1} \; \xi_{i+1} + \xi_{i+2} \; , \\ \xi_{i-1} &= - p_i \; \xi_i + \xi_{i+1} \; , \end{aligned} \right.$$

e se ne ricavassero i valori successivi di $\xi_{\lambda-2}$, $\xi_{\lambda-3}$.. ξ_i, ξ_{i-1} in funzione di ξ_λ e $\xi_{\lambda+1}$, è chiaro che i coefficienti di queste due variabili risulterebbero ancora formati colla stessa legge esposta all'articolo 4, soltanto gli elementi dati dalla serie p_i, $p_{i+1} \ldots . p_{\lambda-1}$, p_λ si troverebbero surrogati da quelli nega-

tivi della serie, con indici complementarii a $\lambda+i$, cioè da $-p_\lambda, -p_{\lambda-1} \ldots -p_{i+1}, -p_i$. Potremo quindi continuare a rappresentare questi coefficienti colla notazione che abbiamo già impiegata, ponendo in alto delle P, fra parentesi, l'indice λ del primo elemento della nuova serie, ed in basso l'indice i dell'ultimo elemento, intendendo con ciò che gli indici delle p, nell'espressione del primo termine della funzione $P_i^{(\lambda)}$, vadano diminuendo successivamente di un'unità sino a passare dal numero λ al numero i, e prendendo negativamente il valore di questa funzione allorchè è d'ordine dispari. Impiegando queste notazioni, si avrebbe, colla risoluzione delle (9),

$$(10) \quad \begin{cases} \xi_i = \pm\left(P_{i+1}^{(\lambda)}\,\xi_\lambda - P_{i+1}^{(\lambda-1)}\,\xi_{\lambda+1}\right), \\ \xi_{i-1} = \mp\left(P_i^{(\lambda)}\,\xi_\lambda - P_i^{(\lambda-1)}\,\xi_{\lambda+1}\right), \end{cases}$$

il segno superiore valendo per $\lambda-i$ pari, e l'inferiore per $\lambda-i$ dispari. Ma, accoppiando all'equazione (5) quella che si ottiene cambiandovi λ in $\lambda-1$, si hanno le due:

$$(11) \quad \begin{cases} \xi_{\lambda+1} = P_\lambda^{(i)}\,\xi_i + P_\lambda^{(i+1)}\,\xi_{i-1}, \\ \xi_\lambda = P_{\lambda-1}^{(i)}\,\xi_i + P_{\lambda-1}^{(i+1)}\,\xi_{i-1}; \end{cases}$$

e, ricavando da queste i valori di ξ_i e ξ_{i-1}, coll'attendere alla relazione

$$(12) \quad P_\lambda^{(i)}\,P_{\lambda-1}^{(i+1)} - P_{\lambda-1}^{(i)}\,P_\lambda^{(i+1)} = \mp 1,$$

analoga alla (3), e per la quale il segno superiore vale per $\lambda-i$ pari, e l'inferiore per $\lambda-i$ dispari, si hanno le seguenti espressioni:

$$(13)\quad \begin{cases} \xi_i = \pm\left(P_\lambda^{(i+1)}\,\xi_\lambda - P_{\lambda-1}^{(i+1)}\,\xi_{\lambda+1}\right), \\ \xi_{i-1} = \mp\left(P_\lambda^{(i)}\,\xi_\lambda - P_{\lambda-1}^{(i)}\,\xi_{\lambda+1}\right); \end{cases}$$

quindi, queste dovendo coincidere con quelle segnate (10), sussisteranno le identità:

$$(14)\quad P_{i+1}^{(\lambda)} = P_\lambda^{(i+1)},\ P_{i+1}^{(\lambda-1)} = P_{\lambda-1}^{(i+1)},\ P_i^{(\lambda)} = P_\lambda^{(i)},\ P_i^{(\lambda-1)} = P_{\lambda-1}^{(i)}$$

vale a dire, le funzioni P non devono cambiare di composizione, sia che, nel formare i loro primi termini, secondo la legge data all'articolo 1, si cominci dall'elemento p coll'indice minimo, e si salga, d'unità in unità, sino a quello coll'indice massimo, o viceversa si cominci dall'elemento p coll'indice massimo, e si discenda sino a quello coll'indice minimo, surrogando a tutti gli indici i loro complementi a $\lambda + i$.

Questa proprietà corrisponde al principio, già adottato nell'Ottica, che un raggio di luce, il quale ha percorso un sistema ottico od una sua porzione, ritornerebbe a seguire lo stesso cammino in ordine inverso, se retrocedesse rientrando nel sistema per lo stesso punto da cui è uscito, e con direzione eguale ma contraria. Infatti ponendo $i = 2\iota + 1$ e $\lambda = 2\nu - 1$, nel sistema delle equazioni (4), questo rappresenterebbe il corso del raggio diretto, le variabili ξ_{i-1} e ξ_i appartenendo alla direzione del raggio incidente ed alle coordinate del suo punto d'incontro colla superficie ι^{esima}, e le variabili $\xi_{\lambda+1}$ e ξ_λ alle quantità corrispondenti del raggio emergente dalla superficie ν^{esima}. Invece lo stesso sistema scritto in ordine inverso, come è dato dalle (9), rappresenterebbe il corso del raggio retrogrado. Per riconoscere come ciò sia si noti, che le equazioni del corso di questo raggio si possono dedurre direttamente dalle (10) del Capitolo I, cambiando in esse il segno a tutti i coseni, e permutando gli indici alle coordinate ed ai coseni attinenti alle due superficie successive, ciò che non introdurrebbe altre variazioni nelle equazioni (5), date nel capitolo III, se

non quelle, che le ξ aventi per coefficiente l'unità avrebbero permutato di posto, e le ξ con indice pari prenderebbero il segno negativo. Basterà quindi rendere positivi tutti i primi membri delle ottenute equazioni, quando non lo sono, cambiando il segno a tutti i termini, per vedere che esse vengono a coincidere con quelle del sistema (9). Pertanto i valori di ξ_i e ξ_{i-1}, fornitici dalle (10) e (13), dovendo in un caso e l'altro essere eguali, come risultanti dallo stesso sistema d'equazioni scritto prima direttamente colle (4), e poi inversamente colle (9), ne segue che le identità (14), le quali verificano queste eguaglianze, concordano coll'enunciato principio, e lo esprimono analiticamente.

Gli indici i e λ, nelle identità (14), potendo essere qualsivoglia, riterremo come una proprietà generale delle funzioni P, che i loro indici superiori ed inferiori sono permutabili fra loro, senza che esse cambino nè di valore, nè di composizione.

7.

Proprietà delle funzioni $\overset{(1)}{Q}_{\lambda}$ dedotte da quelle delle $\overset{(1)}{P}_{\lambda}$.

Termineremo questo capitolo coll'osservazione che le quantità Q, introdotte per compendio colle posizioni segnate (11) nel capitolo III, essendo funzioni lineari delle P, godono pure di proprietà che discendono come corollarii da quelle che abbiamo dimostrato per queste. Così si ha per quelle funzioni la relazione generale:

(15) $$\overset{(1)}{Q}_{\lambda} = p_\lambda \overset{(1)}{Q}_{\lambda-1} + \overset{(1)}{Q}_{\lambda-2},$$

che si ottiene moltiplicando la seconda delle equazioni (1) per $\frac{1}{v_0\Delta_0}$, e sommandola colla prima.

Eliminando p_λ fra questa e ciascuna delle due dette equazioni, sostituendo nei secondi membri per $\overset{(1)}{Q}_{\lambda-1}$ e $\overset{(1)}{Q}_{\lambda-2}$ le loro espressioni dedotte dalle (11) del capitolo III, e riducendo col-

la (3), si ottengono le due relazioni:

$$(16)\qquad Q^{(1)}_{\lambda}\,P^{(1)}_{\lambda-1} - Q^{(1)}_{\lambda-1}\,P^{(1)}_{\lambda} = \pm\,\frac{1}{v_0\Delta_0}\,,$$

$$(17)\qquad Q^{(1)}_{\lambda}\,P^{(2)}_{\lambda-1} - Q^{(1)}_{\lambda-1}\,P^{(2)}_{\lambda} = \mp\,1$$

nelle quali il segno superiore vale per λ dispari, e l'inferiore per λ pari.

Sommando la seconda delle (6) moltiplicata per $\frac{1}{v_0\Delta_0}$ colla prima, si ha pure:

$$(18)\qquad Q^{(1)}_{\lambda} = P^{(i)}_{\lambda}\,Q^{(1)}_{i-1} + P^{(i+1)}_{\lambda}\,Q^{(1)}_{i-2}\,,$$

Cambiando in questa i in $i+1$, e poi prendendo le derivate rispetto a p_i, si trova facilmente, facendo uso delle formole (11) del capitolo III, dei ragionamenti fatti nell'articolo 5, non che delle equazioni (8) riferite nello stesso articolo, che si ha:

$$\frac{dQ^{(1)}_{\lambda}}{dp_i} = P^{(i+1)}_{\lambda}\,Q^{(1)}_{i-1}\,.$$

Parimenti si moltiplichi la seconda delle equazioni $(3)_1$ per $\frac{1}{v_0\Delta_0}$, e si sommi colla prima, e si conseguirà:

$$(3)_2\qquad Q^{(1)}_{\lambda}\,P^{(i)}_{\lambda-1} - Q^{(1)}_{\lambda-1}\,P^{(i)}_{\lambda} = \pm\,Q^{(1)}_{i-2}$$

il segno superiore valendo per $\lambda - i$ pari, e l'inferiore per $\lambda - i$ dispari.

Noteremo in fine che, giusta l'osservazione fatta nell'articolo (4), si può, nelle formole precedenti aumentare contemporaneamente d'un numero intero qualunque l'indice superiore delle funzioni P e Q, purchè non venga a superare di più d'un'unità alcuno degli indici inferiori già applicati alle medesime, senza che quelle formole cessino di sussistere.

PARTE SECONDA

PRIMA APPROSSIMAZIONE

CAPITOLO I.

Proprietà generali degli stromenti ottici.

1.

Motivi di premettere questa seconda parte.

Quando le aperture delle superficie rifrangenti o riflettenti che compongono uno stromento ottico sono così piccole, comparativamente ai loro raggi di curvatura, e la distanza dall'asse centrale del punto radiante è tanto piccola, comparativamente alla sua distanza dall'obbiettivo, che i quadrati dei rapporti di queste quantità sono trascurabili, la teoria, così bene che l'esperienza, provano che le aberrazioni sono tenui, e si possono facilmente ottenere dallo stromento effetti abbastanza soddisfacenti alle condizioni di una visione distinta. Questo risultamento fu riconosciuto poco dopo l'invenzione del telescopio, talchè i construttori che succedettero ad essa, come il Campani, l'Huyghens ed altri, furono indotti a formare degli obbiettivi semplici di alcuni pollici di apertura e d'una distanza focale maggiore di 100 piedi, i quali, accoppiati ad oculari positivi, componevano dei telescopii d'un effetto mirabile (*). Malgrado questo successo, que' telescopii di dimensioni cotanto smisurate sono caduti presto in disuso, per gl'ingombri che s'incontrano nel maneggiarli, e per la difficoltà di di-

(*) Vedasi il secondo volume delle Opere di HUYGHENS, art. III, intitolato *Astroscopia compendiaria tubi optici molimine liberata*, non che l'*Histoire des Mathématiques* di MONTUCLA, Parte IV, lib. IX, pag. 553.

rigerli ai varii punti del cielo o dell' orizzonte, e gli Ottici furono costretti ad indagare nuovi mezzi con cui costruire degli istromenti di dimensioni più moderate, e tuttavia capaci di produrre effetti eguali o superiori, tanto rispetto all' ingrandimento, quanto rispetto alla chiarezza e nitidezza delle immagini.

Riserveremo alla terza Parte di questa Teoria, l'esposizione di quanto ci venne fatto di trovare a questo proposito; frattanto metteremo in chiaro, in questa seconda Parte, le cospicue proprietà di cui sarebbero dotati gli stromenti ottici costruiti nelle summentovate condizioni. È indispensabile di conoscere queste importanti proprietà che costituiscono, in quanto alla distinta visione, il tipo di un istromento quasi perfetto, perchè esse saranno prese come punti di mira cui ci proporremo di attingere, allorchè tratteremo il problema in condizioni più generali.

2.

Equazioni che rappresentano il corso del raggio luminoso emergente dallo stromento.

Il raggio luminoso, appena uscito dall' ultima superficie rifrangente o riflettente dello stromento, trovandosi in un mezzo indefinito di densità uniforme, qual è l'ambiente, si propagherà in esso in linea retta; e, come passa pel punto (x_n, y_n, z_n) della detta superficie (*), e fa cogli assi delle coordinate gli angoli che abbiamo dinotato con X_n, Y_n, Z_n, le equazioni della retta, secondo cui si propaga, saranno date da:

$$\frac{x - x_n}{\cos X_n} = \frac{y - y_n}{\cos Y_n} = \frac{z - z_n}{\cos Z_n}.$$

Ponendo in queste equazioni per x_n, y_n, z_n e per $\cos Y_n$ e $\cos Z_n$ le loro espressioni offerteci dalle formole (6) del capitolo II, e (12) del capitolo III della prima Parte, le medesime potranno

(*) Si rammenterá che n dinota il numero delle superficie di cui il sistema è composto.

essere messe sotto la forma:

$$=\left\{ Q^{(1)}_{2n-2}+\frac{v_n}{\cos X_n}Q^{(1)}_{2n-1}(x-\alpha_n H_n)\right\}y_1-\frac{1}{v_0\Delta_0}\left\{P^{(2)}_{2n-2}+\frac{v_n}{\cos X_n}P^{(2)}_{2n-1}(x-\alpha_n H_n)\right\}y_0 .$$

$$=\left\{ Q^{(1)}_{2n-2}+\frac{v_n}{\cos X_n}Q^{(1)}_{2n-1}(x-\alpha_n H_n)\right\}z_1-\frac{1}{v_0\Delta_0}\left\{P^{(2)}_{2n-2}+\frac{v_n}{\cos X_n}P^{(2)}_{2n-1}(x-\alpha_n H_n)\right\}z_0 .$$

Uno sguardo gettato sulle posizioni (7), (8) ed (11) del capitolo I, e (6), $(6)_1$, (8) ed (11) del capitolo II, Parte I, basta a palesarci che le quantità le quali entrano come costanti in queste due equazioni, rappresentanti la retta percorsa dal raggio emergente, si compongono 1°. degli elementi del sistema che rimangono invariabili per tutti i raggi; 2°. delle coordinate del punto (x_0, y_0, z_0) da cui il raggio in considerazione ha emanato; 3°. di quelle del punto (x_1, y_1, z_1) in cui ha incontrato la prima superficie rifrangente o riflettente; 4°. delle velocità v_ν con cui il medesimo si propaga nei varii mezzi compresi fra le stesse superficie. Le posizioni e direzioni dei varii raggi, che escono dallo stromento nell' ambiente, saranno quindi variabili a seconda della situazione del punto radiante, di quella del punto incidente sulla prima superficie del sistema, e delle lunghezze respettive delle ondulazioni, da cui essi sono costituiti.

Negli articoli 2, 3 e 4 del capitolo II abbiamo visto, che, se si trascurano le quantità di second' ordine y^2_ν, z^2_ν, $\cos^2 Y_\nu$ e $\cos^2 Z_\nu$ rispetto a quelle d'ordine nullo, i valori di $\cos X_\nu, \alpha_\nu, \beta_{\nu-1}, \gamma_\nu$ si riducono all' unità. Se inoltre si assumono per approssimazione, come eguali le velocità v_ν con cui i raggi luminosi di diverse lunghezze d'ondulazioni si propagano in uno stesso mezzo, si rileva facilmente dalle espressioni (6) e $(6)_1$ che i valori di tutte le p divengono, per ogni sistema ottico, costanti per tutti i raggi, e che perciò tali verranno pure ad essere quelli delle funzioni $P^{(1)}_\nu$, $P^{(2)}_\nu$, formati colle sole p, secondo la legge esposta all'articolo 1 del capitolo IV.

Nel detto grado d'approssimazione i parametri delle due equazioni (1), rappresentanti il corso del raggio luminoso, non conterranno quindi di variabili, passando da un raggio all' al-

tro, che le coordinate y_0, z_0 ed y_1 e z_1, e queste soltanto esplicitamente sotto la forma lineare sotto cui appariscono nelle equazioni medesime, talchè sarà facile di ricavare da esse le relazioni che legano fra loro le direzioni e situazioni dei varii raggi luminosi, che, partiti da tutti i punti (x_0, y_0, z_0) dell'oggetto, e caduti su tutti i punti (x_1, y_1, z_1) della prima superficie del sistema, escono dall'ultima e si propagano nel mezzo ambiente.

3.

Fuochi conjugati dei raggi emanati da un punto dell'oggetto, e formazione dell'immagine di questo.

L'ascissa x, nelle equazioni (1), essendo variabile, diamo alla medesima il valore che è atto ad annullare il coefficiente di y_1 o quello di z_1, che gli è identico, prendiamo cioè quest'ascissa di tal grandezza che, nei limiti d'approssimazione nei quali ci siamo ristretti, si abbia:

$$(2)\qquad \overset{(1)}{Q}_{2n-2} + v_n \overset{(1)}{Q}_{2n-1}\,(x - H_n) = 0\,.$$

Alla distanza $x - H_n$, presa sull'asse, dal centro dell'ultima superficie rifrangente del sistema, data da quest'equazione, i valori di y e z diverranno indipendenti da quelli di y_1 e z_1, lo che significa che, in qualunque punto (x_1, y_1, z_1) della prima superficie caschino i raggi luminosi, partiti dal punto (x_0, y_0, z_0), anderanno tutti a passare pel punto (x, y, z) le cui coordinate saranno, in virtù della precedente, e delle riduzioni che somministra la (17) del capitolo IV, Parte I, espresse da:

$$(3)\qquad x - H_n = -\frac{1}{v_n}\,\frac{\overset{(1)}{Q}_{2n-2}}{\overset{(1)}{Q}_{2n-1}}$$

$$(4)\qquad y = \frac{1}{v_0\,\overset{(1)}{Q}_{2n-1}}\,\frac{y_0}{\Delta_0}\quad,\qquad z = \frac{1}{v_0\,\overset{(1)}{Q}_{2n-1}}\,\frac{z_0}{\Delta_0}\quad,$$

e perciò che, tutti i suddetti raggi torneranno a riunirsi realmente, o virtualmente, cioè sul prolungamento in verso contrario a quello della loro propagazione, nel punto determinato da queste coordinate.

In questo punto d'incontro essi formeranno un' immagine reale o virtuale del punto luminoso (x_0, y_0, z_0), perchè un'osservatore, il cui occhio fosse situato ad una certa distanza sul corso successivo di questi raggi, giudicherebbe che tutti emanano dal medesimo punto, come se in esso vi fosse realmente un punto radiante.

Quando il punto radiante (x_0, y_0, z_0) è sull'asse centrale si ha $y_0=0, z_0=0$, e, per questi valori, risultando dalle (4) anche $y=0, z=0$, si vede che i raggi partiti da esso, e caduti sulla prima superficie del sistema, vanno tutti, dopo aver attraversato l'istromento, a riunirsi ed a formare un' immagine del medesimo sull'asse centrale ad una distanza Δ, dal centro di figura dell'ultima superficie, data da:

$$(5) \qquad \frac{1}{\Delta} = - v_n \frac{Q^{(1)}_{2n-1}}{Q^{(1)}_{2n-2}} ;$$

le distanze Δ_0 e Δ si chiamano le *distanze focali conjugate* dello stromento.

Introduciamo questo valore della distanza conjugata Δ nelle equazioni (4), e, moltiplicandole membro per membro per quelli della precedente, otterremo:

$$(6) \qquad \frac{y}{\Delta} = - \frac{v_n}{v_0} \frac{1}{Q^{(1)}_{2n-2}} \frac{y_0}{\Delta_0} \quad , \quad \frac{z}{\Delta} = - \frac{v_n}{v_0} \frac{1}{Q^{(1)}_{2n-2}} \frac{z_0}{\Delta_0} .$$

Il punto determinato da questi valori delle coordinate Δ, y, z, in cui vanno a riunirsi realmente, o virtualmente sul loro prolungamento retroverso, tutti i raggi partiti dal punto (x_0, y_0, z_0), si chiama parimente il *fuoco conjugato* di quest'ultimo punto.

Le formole ora trovate, mostrandoci che i valori di $\frac{y}{\Delta}$ e $\frac{z}{\Delta}$

sono respettivamente proporzionali a quelli di $\frac{y_0}{\Delta_0}$ e $\frac{z_0}{\Delta_0}$, ci danno a divedere che se, ad una distanza Δ_0 dal centro di figura della prima superficie, vi sono tanti punti radianti che costituiscano la forma d'un oggetto, i fuochi conjugati di questi punti si trovano situati su di un piano perpendicolare all'asse centrale, posto alla distanza focale conjugata Δ dal centro di figura dell'ultima superficie del sistema, e formano su di esso un'immagine simile alla prospettiva dell'oggetto. A questo piano, che è pur quello in cui l'immagine stessa sarebbe veduta da un occhio convenevolmente situato, si è applicato per analogia l'epiteto di *focale*.

4.

Circolo anulare del sig. Biot.

Se in vece di dare, nelle equazioni (1), all'ascissa x il valore che annulla il coefficiente di y_1 e z_1, le diamo quello che rende nullo il coefficiente di y_0 e z_0, se si prende cioè, negli adottati limiti d'approssimazione,

$$(3)_0 \qquad x - H_n = -\frac{1}{v_n}\frac{P^{(2)}_{2n-2}}{P^{(2)}_{2n-1}},$$

dalle medesime si ricava, attendendo alle (17) del capitolo IV,

$$(4)_0 \qquad y = \frac{1}{P^{(2)}_{2n-1}}\, y_1 \quad , \quad z = \frac{1}{P^{(2)}_{2n-1}}\, z_1 .$$

I valori di queste tre coordinate, essendo risultati indipendenti da quelli di x_0, y_0, z_0, del punto radiante, ci mostrano che tutti i raggi luminosi ammissibili (*), che incidono sul punto (y_1, z_1) della prima superficie, provenienti dai varii punti dello spazio, vanno a

(*) Si dicono raggi ammissibili quelli pei quali le inclinazioni coll'as-

concentrarsi realmente o virtualmente in un altro punto (y, z) di un piano, condotto perpendicolarmente all'asse centrale ed alla distanza dal centro di figura dell'ultima superficie, espressa dal secondo membro dell'equazione $(3)_0$. Il valore di questa distanza essendo altresì indipendente dalle coordinate y_1, z_1, ne segue ancora, che i punti omologhi di concentrazione di tutti i raggi, passanti per ognuno dei varii punti della superficie obbiettiva, sono tutti situati in uno stesso piano. Il sig. Biot, che primo avvertì queste proprietà, diede il nome di *punto oculare* al punto dell'asse centrale per cui passa il piano in discorso, e quello di *piano oculare* al piano medesimo.

Giusta le equazioni $(4)_0$ l'aggregato di tutti i detti punti di concentrazione dei raggi luminosi forma sul piano oculare un cerchio, il cui raggio stà a quello dell'apertura della superficie obbiettiva nella ragione di $1 : P^{(2)}_{2n-1}$. Notando il sig. Biot, che l'area di questo cerchio è quella entro cui si scorgono raccolti, come in un anello, tutti i raggi ammissibili che, incidendo sull'obbiettiva, escono dallo stromento, diede al cerchio medesimo il nome di *circolo anulare*. Avremo occasione nel seguito di fare ancora parola di questo circolo.

5.

Condizione generale a cui deve soddisfare uno stromento ottico per dare la visione distinta delle immagini degli oggetti, e posizioni delle medesime.

Riprendiamo le equazioni (3) e (4) dell'articolo 3, e consideriamo il sistema ottico sotto il punto di vista d'un istromento destinato ad estendere i limiti della visione naturale, come sarebbe un telescopio o microscopio. Acciò l'immagine dell'oggetto, che si forma nel piano focale, sia distintamente percepita da occhi ben conformati, è necessario, come già è stato notato altrove, che i raggi, emanati da ciascun punto della

se centrale, e le distanze da esso dei loro punti d'incidenza sulle varie superficie rifrangenti o riflettenti, stanno nei limiti di piccolezza che le adottate approssimazioni richiedono.

medesima, escano sensibilmente paralleli dallo stromento, lo che esige, che la distanza conjugata Δ, o la distanza del loro punto di concorso dall'ultima superficie del sistema sia infinita. Affinchè questa condizione sia verificata dall'equazione (5) bisogna che sia:

$$(7) \qquad Q^{(1)}_{2n-1} = 0 .$$

Tale è la condizione alla quale deve soddisfare ogni sistema di lenti o specchii per costituire uno stromento ottico destinato alla visione distinta d'oggetti. All'effetto di dare praticamente alle parti dello stromento una situazione o disposizione che sia atta a verificarla, senza che sia d'uopo avvicinare o scostare l'oggetto, lo che spesso può essere impossibile, si rende comunemente variabile una delle distanze h_v fra le lenti, facendo mobili una relativamente all'altra le due porzioni dello stromento che questa distanza separa, e che, coll'approssimarle od allontanarle fra loro, si possono portare a quel punto, in cui il valore della loro distanza reciproca verifica la condizione (7), e la visione risulta distinta. Questo mezzo serve anche per adattare l'istromento alla vista d'un osservatore, il quale per vedere distintamente avesse bisogno che i raggi dei pennelli luminosi giungessero a' suoi occhi convergenti o divergenti, nel qual caso non avrebbe che ad aggiustare la parte mobile dello stromento nel punto ove percepisce più chiaramente l'immagine: ma di questo caso, in cui il valore di h_v non soddisfarebbe più all'equazione (7), tratteremo altrove.

Per introdurre nelle nostre formole la suddetta condizione, poniamo $\lambda = 2n-1$ nell'equazione (17) del capitolo IV, Parte I, ed operando la riduzione che la stessa (7) ci somministra, dedurremo:

$$(8) \qquad Q^{(1)}_{2n-2} = \frac{1}{P^{(2)}_{2n-1}}$$

col mezzo della quale, le formole (12) del capitolo III, Par-

te I, si convertiranno nelle seguenti:

$$(9)\begin{cases} y_n = \dfrac{1}{P^{(2)}_{2n-1}}\, y_1 - \dfrac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \dfrac{y_0}{\Delta_0}, & z_n = \dfrac{1}{P^{(2)}_{2n-1}}\, z_1 - \dfrac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \dfrac{z_0}{\Delta_0} \\ \cos Y_n = -\dfrac{v_n}{v_0} P^{(2)}_{2n-1} \dfrac{y_0}{\Delta_0}, & \cos Z_n = -\dfrac{v_n}{v_0} P^{(2)}_{2n-1} \dfrac{z_0}{\Delta_0} \end{cases}$$

Queste due ultime equazioni non solo ci confermano, che i raggi partiti da uno stesso punto luminoso (Δ_0, y_0, z_0) escono tutti paralleli dallo stromento, poichè ci danno per cos Y_n e cos Z_n dei valori che sono indipendenti dalle coordinate y_1 e z_1 dei varii punti in cui essi incontrano la prima superficie, ma ci porgono eziandio un carattere importante per giudicare delle posizioni in cui le immagini degli oggetti sono scorte. Infatti, un punto essendo visto in generale nella direzione opposta a quella colla quale si propagano i raggi emanati dal medesimo, l'immagine del punto luminoso (Δ_0, y_0, z_0) sarà, nel nostro caso, percepita in direzione contraria a quella dataci da cos Y_n e cos Z_n, colla quale i suoi raggi escono dallo stromento. Quest'immagine apparirà quindi dallo stesso lato dell'asse centrale, o dal lato opposto, secondo che i valori di cos Y_n e cos Z_n, dati dalle due precedenti equazioni, risulteranno di segno contrario, o dello stesso segno di quelli delle coordinate y_0 e z_0, cioè secondo che $\dfrac{v_n}{v_0}\, P^{(2)}_{2n-1}$ sarà positivo o negativo. Nel primo caso, tutti i punti dell'immagine trovandosi situati dallo stesso lato del detto asse, dove sono quelli dell'oggetto, la medesima sarà veduta diritta nella stessa posizione di questo; nel secondo caso, i punti dell'oggetto a destra ed in alto dell'asse centrale essendo respettivamente veduti a sinistra ed in basso di quest'asse, o viceversa, l'immagine sarà bensì simile all'oggetto, ma verrà scorta a rovescio. Dal segno del valore di $P^{(2)}_{2n-1}$ potremo dunque giudicare della posizione diritta o rovescia che avrà l'immagine relativamente all'oggetto.

6.

Amplificazione.

Proponiamoci di mettere in evidenza gli effetti più notevoli che possono essere prodotti dagli stromenti ottici impiegati ad accrescere la visione, il significato dei quali trovasi incluso nelle precedenti equazioni.

Lo scopo principale degli stromenti ottici essendo quello di procurarci delle immagini per le quali gli oggetti ci appajono ingranditi, cominceremo dal determinare l'amplificazione, cioè la ragione in cui gli angoli visuali, sottesi dalle dimensioni lineari dell'oggetto viste direttamente, sarebbero aumentate osservandole nell'istromento. Per tal fine si noterà primieramente, che i quozienti $\frac{y_0}{\Delta_0}$, $\frac{z_0}{\Delta_0}$ eguagliano, entro i limiti in cui stiamo, i coseni degli angoli che la retta, condotta dal centro di figura della prima superficie al punto radiante (x_0, y_0, z_0), fa respettivamente cogli assi delle y e delle z. Ora, chiamando L l'angolo che il piano passante per la detta retta e per l'asse centrale fa col piano xy, ed O quello che la medesima retta fa coll'asse centrale dalla parte dell'oggetto, si ha, come è noto:

$$(10) \qquad \frac{y_0}{\Delta_0} = \sin O \cos L \quad , \quad \frac{z_0}{\Delta_0} = \sin O \sin L \; .$$

Parimente, chiamando E l'angolo che il piano, passante per la direzione del raggio emergente dallo stromento e per l'asse centrale, fa con quello delle coordinate x ed y, si ha:

$$(11) \qquad \cos Y_n = \sin X_n \cos E \quad , \quad \cos Z_n = \sin X_n \sin E \; .$$

Sostituendo questi valori nelle due ultime equazioni (9), sommando i loro quadrati, e ponendo gli angoli O ed X_n in luogo dei loro seni, lo che è lecito nel grado di approssimazione in cui stiamo, si avrà:

$$X_n^2 = \left(\frac{v_n}{v_0} \, P^{(2)}_{2n-1} \right)^2 O^2 \; ,$$

ovvero, estraendo la radice, ed attendendo soltanto al valore assoluto di $\overset{(2)}{P}_{2n-1}$,

$$X_n = \frac{v_n}{v_0} \overset{(2)}{P}_{2n-1} \, O .$$

Ora O esprime l'angolo, che il raggio visuale condotto dal centro di figura della prima superficie al punto radiante $(x_0, y_0 z_0)$ fa coll'asse centrale, ed X_n rappresenta l'angolo, che i varii raggi partiti dal punto (x_0, y_0, z_0) all'uscire paralleli dallo stromento fanno collo stesso asse, e per conseguenza rappresenta la distanza angolare dall'asse centrale, secondo cui l'osservatore vedrebbe lo stesso punto luminoso attraverso l'istromento; la ragione di questi due angoli costituisce, come abbiamo detto sopra, l'amplificazione, che sarà perciò espressa dall'equazione:

$$(12) \qquad \frac{X_n}{O} = \frac{v_n}{v_0} \overset{(2)}{P}_{2n-1} ,$$

la quale ci mostra, che si ottiene l'amplificazione prendendo il valore assoluto della funzione $\overset{(2)}{P}_{2n-1}$ e moltiplicandolo pel rapporto della velocità v_n alla velocità v_0, rapporto che si riduce all'unità ogniqualvolta l'istromento è immerso nello stesso mezzo.

Attendendo poi al segno del valore di $\overset{(2)}{P}_{2n-1}$ giudicheremo, giusta l'osservazione dell'articolo precedente, se l'immagine amplificata è veduta diritta o capovolta.

7.

Legge ottica del Lagrange, e sua applicazione alla misura dell'amplificazione.

Risaliamo alle due prime delle equazioni (9), e consideriamo un solo punto radiante, cioè risguardiamo i valori di Δ_0, y_0, z_0

come costanti. Dalle equazioni medesime si ricaverà:

$$(13)\quad \left(y_n + \frac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \frac{y_0}{\Delta_0}\right)^2 + \left(z_n + \frac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \frac{z_0}{\Delta_0}\right)^2 = \frac{r_1^2}{\left(P^{(2)}_{2n-1}\right)^2},$$

essendo:

$$(14)\qquad r_1^2 = y_1^2 + z_1^2 .$$

Quando si dia parimenti ad r_1 un valor costante, l'equazione (13) può considerarsi come quella di un cerchio di raggio eguale ad $\frac{r_1}{P^{(2)}_{2n-1}}$, situato in un piano perpendicolare all'asse centrale, ed avente il suo centro nel punto di questo piano le cui coordinate siano:

$$-\frac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \frac{y_0}{\Delta_0} \quad , \quad -\frac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \frac{z_0}{\Delta_0} .$$

Da ciò conchiuderemo che i raggi luminosi, i quali, partiti dal punto radiante (Δ_0, y_0, z_0), vanno ad attraversare la prima superficie dello stromento sulla circonferenza data dall'equazione (14), arrivati all'ultima superficie, escono dalla circonferenza rappresentata dall'equazione (13) paralleli fra loro, e formano in seguito, propagandosi nell'ambiente, una superficie cilindrica luminosa, la cui base ha per raggio $\frac{r_1}{P^{(2)}_{2n-1}}$, adottando in quest'espressione per la funzione $P^{(2)}_{2n-1}$ il suo valore assoluto, vale a dire senza riguardo al suo segno.

Se diamo ad r_1 tutti i valori da 0 sino ad a, cioè sino al raggio del circolo la cui periferia circonscrive l'apertura della prima superficie obbiettiva, la (13) rappresenterà successivamente quella delle circonferenze formanti le basi di altrettante superficie cilindriche secondo cui si propagheranno, al di là dello stromento, i raggi partiti dal punto radiante (Δ_0, y_0, z_0); ed è evidente, che queste superficie avendo tutte un asse comune

nella direzione degli angoli Y_n, Z_n, dati dalle due ultime equazioni (9) (*), il loro assieme formerà un cilindro luminoso il cui raggio avrà per valore la radice del secondo membro della (13), quando vi si ponga $r_1 = a$. Chiamando quindi c questo raggio, il suo valore sarà dato dall'equazione:

$$c = \frac{a}{P^{(2)}_{2n-1}}, \tag{15}$$

colla quale eliminando $P^{(2)}_{m-1}$ dalla (12), si ottiene:

$$\frac{X_n}{O} = \frac{v_n}{v_0}\frac{a}{c}, \tag{15'}$$

e ci fa vedere, che si ha il valore dell'amplificazione moltiplicando la ragione delle due velocità v_n e v_0 per quella del raggio dell'apertura della prima superficie obbiettiva al raggio del cilindro di luce che esce dall'ultima superficie oculare, quantità che possono conseguirsi direttamente con delle misure prese esteriormente, senza conoscere per nulla la costruzione interna dello stromento.

« Si può dunque, dice il Lagrange, che il primo notò ta-
« le proprietà (**), stabilire questa conclusione generale che,
« in qualsivoglia telescopio o microscopio, qualunque sia il nu-
« mero, l'ordine e la forza delle lenti o spere di cui è com-
« posto, l'amplificazione prodotta dallo stromento è sempre nel-
« la ragione del diametro dell'apertura dell'obbiettivo al dia-

(*) I circoli rappresentanti dalle (13), che abbiamo preso per basi delle dette superficie cilindriche, sarebbero a tutto rigore obbliqui al loro asse, ma come i coseni degli angoli Y_n e Z_n, che danno la direzione dell'asse medesimo, sono piccoli, ed i loro quadrati trascurabili, nel grado d'approssimazione in cui stiamo, le projezioni di tali circoli, sul piano perpendicolare al loro asse, differiscono insensibilmente dai circoli stessi.

(**) Sur une loi générale d'Optique. *Mémoires de l'Académie de Berlin* ann. 1803.

« metro dell'apertura dell'oculare, prendendo per quest'apertura la sezione del cilindro luminoso che esce dall'oculare, « e supponendo che il pennello di luce, inviato dal punto luminoso all'obbiettivo, non sia intercettato in nessun luogo « del suo tragitto, e possa uscire tutto intero dall'oculare.

« Nello stesso modo che vi è in Meccanica la legge generale delle velocità virtuali, colla quale si può conoscere « l'aumento di forza prodotto da una macchina, senza conoscere la sua natura o costruzione, ma colla semplice ragione delle velocità simultanee del punto a cui è applicata la « potenza, e del punto al quale questa potenza è trasmessa « dalla macchina; così si può dire che vi è in Ottica una legge analoga colla quale, senza conoscere la disposizione interna d'un telescopio o d'un microscopio, si può giudicare della sua forza, col semplice rapporto del diametro dell'apertura dell'obbiettivo al diametro dell'apertura dell'oculare ».

Il Lagrange indica pure il metodo e le avvertenze con cui il diametro dell'apertura dell'oculare potrebbe essere misurato esperimentalmente. Ignoro se questo metodo sia mai stato messo alla prova con misure esattamente prese (*). Passerò invece ad esporre nel seguente articolo il principio su cui si fonda quello che gli artisti avevano già messo in pratica, prima che Lagrange esponesse il suo.

(*) Non sarà inutile di rimarcare a questo proposito, che, per applicare il principio Lagrangiano alla determinazione dell'amplificazione, il migliore mezzo sarebbe forse quello d'introdurre i raggi del sole da un foro in una camera buja, e di raccoglierli in un punto con una lente di fuoco alquanto corto, e quindi misurare il diametro del cilindro di luce che i raggi, partiti da questo punto, caduti sulla prima ed usciti dall'ultima superficie, formano al di là dello stromento. L'aggiustamento dell'oculare, per la visione distinta o pel parallelismo dei raggi che formano il detto cilindro, non sarebbe più lo stesso pei punti situati ad altre distanze, per esempio per quella dei corpi celesti, e quindi pei telescopii l'amplificazione ottenuta sarebbe un po' maggiore, ma si potrebbe eliminare la differenza anche sperimentalmente, rendendo paralleli i raggi che vanno dal punto luminoso all'obbiettivo, col porre dirimpetto a questa una lente convergente, collocata ad una distanza, dal detto punto, eguale alla lunghezza focale della medesima.

(continua)

DI ALCUNE NUOVE CIRCOSTANZE IN CUI GL' IODURI ALCALINI SI DECOMPONGONO, E DELLA POSSIBILE LORO APPLICAZIONE AD UN METODO VANTAGGIOSO DI ESTRAZIONE DELL' JODIO; MEMORIA DI LEONARDO DOVERI E DI PIETRO STEFANELLI.

Ramon de Luna osservava or non ha guari che il solfato di magnesia può essere sostituito all' acido solforico nella estrazione dell' acido azotico dal nitrato di potassa e dell' acido cloridrico dal cloruro di sodio, perocchè calcinato insieme a questi sali li decompone e ne fa svolgere l'acido. Se poi si mescola al cloruro di sodio il perossido di manganese e si riscalda il misto, si ottiene del cloro. Questi fatti che sono da attribuirsi alla poca affinità che ha la magnesia per l' acido nitrico, e per l' acido cloridrico in confronto di quella che gli alcali e le altre terre alcaline hanno per i medesimi acidi, non sono privi d' importanza industriale, perchè mostrano la possibilità di sostituire ad un acido di un certo valore quale si è l' acido solforico, un sale che in alcuni luoghi è abbondantissimo e quasi di nessun costo. Il medesimo Chimico, si dava quindi a investigare se il solfato di calce fosse atto a produrre le medesime decomposizioni che il solfato di magnesia, ma lo riconosceva a ciò incapace, come lo faceva presagire la maggiore stabilità del nitrato di calce e del cloruro di calcio.

I resultati ora esposti c' inducevano a tentare alcune esperienze per determinare se il solfato di calce avrebbe potuto invece decomporre gl' ioduri alcalini, come il faceva prevedere la poca stabilità dell' ioduro di calcio. Le ricerche da noi eseguite hanno confermata questa supposizione ed i fatti da prima trovati invitandoci a nuove indagini ci hanno condotto a dei resultati che reputiamo nuovi o almeno non sufficientemente avvertiti fin qui, e che pure ci sembrano avere una qualche importanza.

Se si calcina in un crogiuolo di terra dell' ioduro di potassio o di sodio misto a del solfato di calce calcinato, o *gesso da formare*, non tardano a svolgersi dal miscuglio de-

gli abbondanti vapori violetti di jodio. Proseguendo la calcinazione al calor rosso nascente e scoperchiando di tratto in tratto il crogiuolo per lasciare che i vapori si svolgano, si giunge alla totale decomposizione dell' joduro alcalino, in guisa che nel residuo non se ne scuopre più traccia coi più delicati reattivi. Se il solfato di calce contiene dell' acqua, la decomposizione dell' joduro alcalino avviene solo quando tutta l' umidità è completamente discacciata, il che rende manifesto che nella reazione non interviene affatto l' acqua. Il residuo della calcinazione consta di solfato di soda e di potassa, secondo che si adoprò joduro sodico o joduro potassico, di calce caustica e dell' eccesso del solfato di calce adoprato. La presenza dell' aria è indispensabile alla reazione, perocchè se invece di operare in un crogiuolo aperto si calcina il miscuglio entro una storta chiusa, o non si svolge affatto jodio, ovvero se ne svolgono appena delle tracce. Questi fatti permettono di dare la teoria della reazione che si produce. Il solfato di calce e il joduro alcalino ad un' assai elevata temperatura reagiscono fra di loro dando luogo a formazione di joduro di calcio, e di solfato alcalino, e l' ossigeno dell'aria atmosferica reagendo sul primo dà luogo a formazione di calce ed a svolgimento di jodio.

La necessità dell' intervento dell' aria è anche meglio provata dall' esperimento seguente: si calcini un miscuglio di joduro di sodio e di solfato di calce entro una piccola storta: non si avrà il minimo svolgimento di jodio, ma questo comparirà non appena faremo passare nel suo interno una corrente di aria atmosferica o di ossigeno libero.

Questo fatto c' indusse a pensare che se al miscuglio del solfato di calce e dell' joduro alcalino si fosse aggiunto un composto ossigenato capace di cedere facilmente il suo ossigeno, la decomposizione dell' joduro ed il susseguente svolgimento dell' jodio avrebbero avuto luogo anche in vasi chiusi e fuori del contatto dell' ossigeno atmosferico. A quest' oggetto adoperammo il biossido di manganese ed il resultato della prova sorpassò quasi la nostra aspettativa, perocchè coll' intervento di questo ossido metallico, il joduro vien decomposto anche alla ordinaria temperatura, come

ne fa fede l'odore pronunziato di jodio che si fa sentire allorquando si tritura in un mortajo il ioduro alcalino misto a solfato di calce ed a biossido di manganese. Se poi si riscalda il miscuglio, basta la temperatura di una lampada a spirito a svolgerne tutto l'jodio, senza che nel residuo rimanga traccia veruna di ioduro alcalino. L'esperimento può farsi non solo in un tubo da saggio o in un matraccino, ma ben anco entro una piccola storta munita del suo recipiente condensatore, ed in quest'ultimo caso l'jodio può tutto raccogliersi sublimato in belle laminette cristalline.

Costatata per tal modo la grande efficacia dell'ossigeno nascente dal biossido di manganese a fare svolgere l'jodio da un miscuglio di ioduro alcalino e di solfato di calce, ci nacque il dubbio che l'azione accadesse immediatamente fra il biossido di manganese e l'joduro alcalino medesimo, prima cioè che questo reagisse sul solfato di calce per dar luogo all'ioduro di calcio.

A schiarire questo dubbio introducemmo in un palloncino un miscuglio di ioduro sodico e di biossido di manganese e lo riscaldammo ad una lampada a spirito. Non appena il medesimo ebbe risentita l'azione del calore, lasciò svolgere abbondantissimi vapori di jodio; ma è da notarsi che la reazione si produce anche a freddo, facendosi notabilmente sentire l'odore dell'jodio, allorquando si opera il miscuglio dell'ioduro col perossido di manganese. Proseguendo il riscaldamento fino alla cessazione totale di questo svolgimento, costatammo non esistere nel residuo la benchè minima traccia dell'ioduro sodico, ed essere invece il medesimo divenuto fortemente alcalino per la presenza della soda libera. Perciò riscaldando in una piccola storta di vetro un miscuglio di un ioduro alcalino e di biossido di manganese, si può facilmente raccogliere tutto l'jodio contenuto nel primo composto.

Non è solo il biossido di manganese che è atto a decomporre gli ioduri alcalini, ma ancora tutti quegli ossidi metallici che cedono facilmente in parte o in totalità il loro ossigeno ai corpi che ne sono avidi. Così l'ossido pulce di piombo, il minio, l'ossido nero di rame, il sesquiossido di

ferro agiscono presso a poco come il biossido di manganese, mentre gli ossidi difficilmente decomponibili come la calce, la barite, l'ossido di ferro magnetico ec. ec., non manifestano anche ad elevata temperatura nessuna azione decomponente sugli ioduri alcalini.

L'azione decomponente che gli ossidi metallici sopra enumerati esercitano sugli ioduri alcalini sembraci un fatto di qualche importanza per la scienza, il quale non crediamo sia stato fin qui sufficientemente avvertito, perocchè i più accreditati ed estesi trattati di chimica, sia nostrali che forestieri, non ne fanno menzione.

Ci sembra inoltre che esso sia pure interessante dal lato delle applicazioni, perocchè a nostro avviso sia per recare delle vantaggiose modificazioni ai processi di preparazione dell'jodio più generalmente in uso oggidì. Questi processi ben noti sono due, e ci sia permesso qui ricordarli brevemente. In uno di essi si versa un grande eccesso di acido solforico concentrato nelle acque madri incristallizzabili delle sode di vareck e si scalda fino alla ebullizione il miscuglio entro un apparecchio distillatorio. Si svolge in tal guisa dell'acido cloridrico, dell'acido solfidrico e dell'acido iodidrico, ma quest'ultimo è decomposto nell'istante medesimo in cui si produce, dalla presenza dell'acido solforico, dando luogo alla formazione di acqua, di acido solforoso, e di jodio. Questo si svolge sotto la forma di vapori che si raccolgono nel condensatore, ed allorquando il liquido in ebollizione non ne produce più, si raccoglie, si lava con acqua fredda, si prosciuga e si fa quindi nuovamente sublimare.

Nell'altro processo, dopo avere introdotto le acque madri delle sode di vareck in una caldaja di piombo, si mescola alle medesime a poco per volta un ottavo del loro volume di acido solforico. Si svolge allora dell'acido carbonico e dell'idrogeno solforato, dopo di che si fa riposare il miscuglio per 24 ore, durante il qual riposo si depositano dei cristalli di solfato di soda. Il liquido acido e chiaro viene separato da quelli e versato in un apparecchio distillatorio di piombo il cui tubo di svolgimento comunica con una serie di allunghe destinate alla condensazione dell'jodio. Si

scalda la caldaja a bagno mària fino a 65 gradi, quindi si aggiunge al liquido del perossido di manganese e si distilla riscaldando fino a 100 gradi. È necessario in questo processo di non elevare maggiormente la temperatura acciocchè non si formi del cloruro di jodio, il quale rimarrebbe disciolto a scapito del prodotto che vuolsi ottenere.

Ai due accennati processi potrebbe forse sostituirsi con vantaggio il seguente, fondato sull'azione del perossido di manganese, sui ioduri alcalini da noi avvertita. Le acque madri incristallizzabili delle sode di vareck potrebbero essere evaporate fino a secchezza, quindi il residuo calcinato potrebbe essere intimamente mescolato col perossido di manganese ed il miscuglio esposto ad un moderato calore entro storte di terra. L'jodio si svolgerebbe e anderebbe a condensarsi allo stato di purezza nelle allunghe annesse alle storte, dove si raccoglierebbe. Siffatto processo oltre ad offrire una estrema semplicità sarebbe economico, perchè risparmierebbe l'uso di assai considerevoli quantità di acido solforico, ed inoltre non presenterebbe alcuno degl'inconvenienti che offrono i due sopra descritti processi. Abbiamo infatti veduto che nel primo, l'jodio si ottiene umido e portando seco varii acidi volatili che si condensano insieme ad esso, per cui fa d'uopo lavarlo, disseccarlo e sottoporlo a nuova sublimazione; e nel secondo è quasi impossibile evitare che atteso lo sviluppo contemporaneo del cloro nell'apparecchio distillatorio, non si formi del cloruro di jodio, e così vada perduta una certa quantità di questo metalloide. Siffatti inconvenienti non si produrrebbero al certo nel metodo ora proposto, perciocchè l'jodio si condenserebbe asciutto e puro, e non s'incorrerebbe nel pericolo della formazione del cloruro di jodio, non potendo il cloro svolgersi minimamente dai cloruri che accompagnano l'ioduro di sodio, sotto l'azione del perossido di manganese. Infatti il residuo della evaporazione delle acque madri delle sode di vareck si compone, come è noto, di ioduro sodico, misto a cloruro e solfuro di sodio, a carbonato di soda, a solfato di calce ed a solfato di potassa. Ora egli è manifesto che nella reazione del perossido di manganese su questo miscuglio, al-

tro non può svolgersi se non che jodio, limitandosi la sua azione ossidante all' ioduro ed al solfuro di sodio, e mentre dal primo ne svolge l' jodio, deve convertir l' altro in solfito o in solfato di soda senza dar luogo ad alcun prodotto volatile.

Termineremo questa memoria, aggiungendo che l' azione decompouente del perossido di manganese non limitasi agli ioduri, ma estendesi anche ai bromuri alcalini, per modo che il processo sopra indicato potrebbe forse applicarsi ancora all' estrazione del bromo.



SULLA COSTITUZIONE E VERA FORMULA DELL' ACIDO OSSALICO; AD. WURTZ.

(Comptes Rendus de l'Academie, 8 Juillet 1857).

Traduzione.

L' acido ossalico, fra gli acidi organici, è uno dei più anticamente conosciuti e dei più importanti. Comparisce in molte reazioni come il prodotto ultimo della trasformazione e della ossidazione delle materie organiche le più complesse e le più svariate. Quest' acido, tanto studiato e sì conosciuto nelle sue proprietà, possiede in apparenza una costituzione tanto semplice, che i chimici l' hanno dapprima considerato come un grado d' ossidazione del carbonio, intermedio fra l' ossido di carbonio e l' acido carbonico. Questa opinione lungamente sostenuta, e che dividono ancora molti dotti, in questi ultimi tempi ha fatto luogo a un' altra teoria, che consiste nel riguardare l' acido ossalico come un vero acido organico, come un acido bibasico contenente 4 eq. di carbonio, 2 eq. d' idrogeno e 8 eq. d' ossigeno.

La nuova teoria, fondata principalmente sulla facoltà che possiede quest'acido di formare dei sali acidi e dei sali solubili a somiglianza dell'acido tartrico, mancava ancora d'un appoggio solido, di una vera prova sperimentale. D'altronde se la molecola dell'acido ossalico è veramente così complicata, come lo indica la formula $C^4H^2O^8$, si prova qualche imbarazzo a classarlo. Qual è il suo modo di formazione, quale il corpo da cui deriva, quale il posto che deve occupare in una classificazione metodica delle sostanze organiche? Siffatte questioni non sono state mai affrontate. Nelle reazioni ove noi vediamo formarsi l'acido ossalico, questo si presenta come un prodotto fortuito dell'ossidazione delle materie organiche complesse, senza che noi possiamo apprezzare il legame che rannoda il corpo primitivo al suo derivato. Allorquando l'acido acetico si forma a spese degli elementi dell'alcole, noi seguiamo passo a passo questa trasformazione. Sappiamo al dì d'oggi che il radicale dell'alcole si modifica per sostituzione, senza cambiamento nella disposizione della molecola. In generale se tutto è semplice e chiaro in ciò che riguarda il modo di formazione e la costituzione degli acidi monobasici, tutto invece è sconosciuto o oscuro, nei punti corrispondenti, per gli acidi bibasici.

Io spero che i fatti che vado a esporre getteranno qualche luce su tali questioni teoriche. Penso che sieno di tal natura da rischiarare il modo di derivazione dell'acido ossalico, da indicare il posto nella serie e da fissare la sua costituzione non che la sua vera formula.

L'acido ossalico deriva dal glicole, composto che io ho scoperto l'anno scorso, aggiungendo per via sintetica dell'idrogeno e dell'ossigeno agli elementi del gas oliofaciente. L'ho riguardato come un alcole diatomico, perchè, formando degli eteri con gli acidi, ogni atomo di glicole si combina con 2 atomi d'acido. Ossidandosi il glicole si trasforma in acido ossalico, come l'alcole si trasforma in acido acetico.

Ecco i mezzi che io ho adoprato per realizzare questa ossidazione:

1°. Allorquando si mettono alcune gocce di glicole in

contatto con del nero di platino, nell'istante si osserva una reazione delle più vive; il nero di platino diviene incandescente, il glicole sparisce e si ha abbondante sviluppo d'acido carbonico. Questo sviluppo d'acido carbonico si produce anco quando si mescola al nero di platino il glicole diluito da molte volte il suo volume d'acqua, il miscuglio si riscalda, e se si esaurisce con acqua allorquando la reazione è terminata, si ottiene coll'evaporazione della soluzione soltanto una traccia d'un acido fisso, che forma colla calce un sale solubile e riduce i sali d'argento. Questi caratteri sono quelli dell'acido glicolico. Essendo troppo viva l'ossidazione che in queste circostanze subisce il glicole, ho dovuto ricorrere ad altri mezzi.

2°. Grammi 10 circa di glicole sono stati sciolti in 4 volumi d'acido nitrico a 36 gradi del pesa-acido, e la soluzione è stata abbandonata per alcuni giorni alla temperatura ordinaria; evaporata nel vuoto in prossimità della calce, ha lasciato un residuo siropposo e fortemente acido; questo residuo è stato stemperato nell'acqua e neutralizzato con creta (carbonato di calce polverulento). La soluzione filtrata e concentrata è stata precpitata con alcole, col mezzo del quale ha dato un abbondante precipitato che è stato ridisciolto nell'acqua bollente. Il liquido si è rappreso in massa col raffreddamento, lasciando depositare un sale di calce cristallizzato in fiocchi e in mammelloni formati da degli aghi finisssimi intralciati gli uni negli altri; questo sale di calce è stato purificato con una nuova cristallizzazione. A 120° perde il 22 per 100 d'acqua. Il sale secco contiene:

	Esperienze		*Teoria*	
Carbonio	24,87	25,00	C^4	25,26
Idrogeno	3,52	3,40	H^3	3,15
Ossigeno.	»	»	O^5	»
Calce	28,93	»	CaO	29,47

La formula $C^4H^3CaO^6$, che esprime la composizione di questo sale, è quella del glicolato di calce. L'acido che es-

so contiene, $C^4H^4O^6$, è stato segnalato dapprima da Strecker e Socoloff come un prodotto d'ossidazione della glicocolla o zucchero di gelatina. Esso è identico o isomero coll'acido che Cloez ha ricavato dalle acque madri del fulminato di mercurio e che ha chiamato *omolattico*. L'acido $C^4H^4O^6$ è infatti l'omologo dell'acido lattico $C^6H^6O^6$. È possibile che esso presenti due modificazioni come l'acido lattico stesso. Il sale di calce che io ho analizzato e che rassomiglia molto al lattato di calce, mi sembra infatti differire dal glicolato di calce ordinario per la sua debole solubilità nell'acqua. Checchessia, rigonfia molto quando si calcina, e l'acido che esso contiene riduce facilmente i sali d'argento, come si è osservato per l'acido glicolico ordinario. Allorquando si precipita esattamente la calce coll'acido ossalico e che si evapora la soluzione filtrata dapprima al bagno maria e poi nel vuoto, si ottiene l'acido glicolico cristallizzato (1). Il liquore alcolico da cui il glicolato di calce si era depositato non conteneva alcuna sostanza analoga all'aldeide e capace di formare una combinazione cristallizzabile col bisolfito di soda.

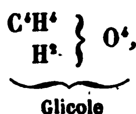
3. Tre grammi di glicole sono stati sottoposti per alcuni minuti all'ebollizione con 4 volumi d'acido nitrico debole. Una reazione vivissima si è manifestata, abbondanti vapori rossi si sono sviluppati, e il liquido abbandonato a se stesso in capo a un giorno si è rappreso in una massa di cristalli d'acido ossalico.

4. Coll'acido nitrico monoidrato l'ossidazione del glicole è anco più viva; in questa circostanza si sviluppa dell'acido carbonico, e il liquido ritiene in soluzione dell'acido ossalico, e una certa quantità d'acido glicolico.

Resulta da queste esperienze che i prodotti dell'ossidazione regolare e successiva del glicole sono due acidi, l'acido glicolico e l'acido ossalico. L'acido carbonico che comparisce qualche volta in queste reazioni resulta dall'ossidazione dell'acido ossalico stesso. Le formule seguenti espri-

(1) L'acido che Dessaignes ha ottenuto idratando la glicolide, e che è identico o isomero coll'acido omolattico, cristallizza egualmente.

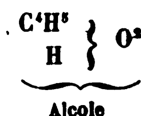
mono le relazioni che esistono fra il glicole e i suoi prodotti d'ossidazione:





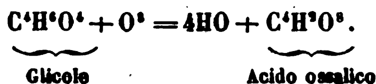


Queste relazioni sono le stesse di quelle che esistono fra l'alcole e l'acido acetico:





Si vede che nei due casi i prodotti d'ossidazione si formano per la sostituzione dell'ossigeno a una certa quantità d'idrogeno del radicale alcolico. Il radicale del glicole è il gas oliofaciente. L'ossigeno s'introduce per sostituzione in questo radicale; allorquando questa sostituzione è completa si forma dell'acido ossalico. Se l'alcole monoatomico esige, per trasformarsi in acido acetico, 4 equivalenti d'ossigeno, il glicole diatomico deve esigerne 8 per provare una trasformazione corrispondente



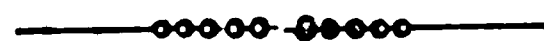
Relativamente a ciò può dirsi che l'acido ossalico, il quale resulta precisamente da questa ossidazione, è l'acido acetico del glicole. L'acido glicolico è un prodotto intermedio resultante da un' ossidazione meno avanzata.

Che che ne sia, queste esperienze forniscono una prova certa di questo fatto; che l'acido ossalico contiene 4 equivalenti di carbonio; perchè derivando dal glicole, proviene definitivamente per sintesi dal gas oliofaciente che contiene 4 eq. di carbonio.

È permesso di pensare che i fatti fin qui esposti non resteranno isolati. Esistono infatti altri acidi organici che appartengono alla medesima serie dell'acido ossalico, che contengono come lui 8 eq. d'ossigeno, e che contengono il carbonio e l'idrogeno combinati nelle medesime proporzioni. Questi sono gli acidi succinico, adipico, lipico, suberico, e sebacico. Nello stesso modo che l'acido ossalico deriva dal glicole, questi acidi, più elevati nella serie e che fino al presente si trovavano isolati, si rannodano a dei glicoli superiori de' quali io ho dimostrato l'esistenza. Il loro posto nel quadro delle innumerevoli combinazioni organiche è d'ora in poi assegnato. Le formule seguenti esprimono i rapporti che esistono fra i glicoli e gli acidi che resultano dalla loro ossidazione.

$C^2H^4O^4$ Metilglicole	$C^2H^2O^6$ Acido carbonico	
$C^4H^6O^4$ Glicole	$C^4H^4O^6$ Acido glicolico	$C^4H^2O^8$ Acido Ossalico
$C^6H^8O^4$ Propilglicole	$C^6H^6O^6$ Acido lattico	$C^6H^4O^8$ Acido sconosciuto
$C^8H^{10}O^4$ Butilglicole	$C^8H^8O^6$ Acido sconosciuto	$C^8H^6O^8$ Acido succinico

Ec.



COMBINAZIONE DIRETTA DEGLI IDRACIDI COI CARBURI ALCOLICI; M. BERTHELOT.

(*Comptes Rendus*, *T.* XLIV.).

Estratto.

Sono già due anni che l'Autore è riuscito a combinare il gas oliofaciente coll'acqua e produrre così l'alcole, $C^4H^4+2HO=C^4H^6O^2$; in seguito ha veduto che il propilene pure, C^6H^6, può provare la medesima trasformazione e cangiarsi in alcole propilico, $C^6H^8O^2$. In questi ultimi tempi volendo estendere questa reazione ai diversi carburi corrispondenti agli alcoli si è accorto che l'acido solforico adoprato nelle prime esperienze non si prestava nel caso di carburi d'idrogeno a equivalente elevato; perciò ha pensato che la trasformazione dei carburi in eteri e in alcoli potrebbe essere effettuato in un modo più generale coll'intermezzo degl'idracidi.

Il propilene è stato il primo carburo sul quale ha veduto realizzarsi questo concetto; infatti riscaldato detto propilene a 100° per 70 ore con una soluzione d'acido cloridrico, viene esso assorbito e generasi etere propil-cloridrico: $C^6H^6+HCh=C^6H^7Ch$.

La combinazione si opera anco alla temperatura ordinaria ma più lentamente.

Nelle medesime condizioni è stata ottenuta la combinazione degli acidi bromidrico e iodidrico col propilene, e ne sono resultati per ciò gli eteri propil-bromidrico e propil-iodidrico.

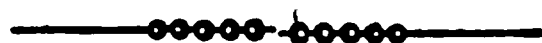
Queste esperienze si eseguiscono riscaldando a 100 gradi, in palloni chiusi alla lampada, il carburo gassoso con una soluzione degli idracidi, *saturata a freddo*, e impiegata in grand'eccesso. Si purificano gli eteri formatisi distillan-

doli, dopo averli agitati con una soluzione acquosa di potassa.

L'amilene, il caprilene e il cetene si sono comportati in una maniera analoga al propilene, dando luogo ai respettivi eteri.

Anco il gas oliofaciente, C^4H^4, scaldato a 100° per cento ore con una soluzione d'acido bromidrico saturata a freddo, è completamente assorbito, e si forma un liquido neutro simile o identico all'etere bromidrico. L'acido cloridrico nelle medesime condizioni non ha fornito che tracce d'un composto clorato dotato della neutralità.

Conclude l'Autore che per siffatta guisa i diversi carburi d'idrogeno corrispondenti agli alcoli e formati di equivalenti eguali di carbonio e d'idrogeno possono unirsi direttamente e a volumi eguali con gl'idracidi e costituire degli eteri cloridrici e bromidrici, dalla qual cosa resulta un nuovo ravvicinamento fra gli eteri e i sali ammoniacali; d'altro lato siccome gli eteri bromidrici decomposti dai sali d'argento forniscono gli eteri composti e per conseguenza gli alcoli, così coi metodi fin quì esposti in generale, si possono trasformare i carburi d'idrogeno negli eteri e negli alcoli che gli corrispondono.



SULLA DECOMPOSIZIONE ELETTRO-CHIMICA DI ALCUNI SALI E PARTICOLARMENTE DEI SALI DI PIOMBO; DI C. DESPRETZ.

(Comptes Rendus de l'Académie, Tom. XLV, *p. 449. 5 Ottobre 1857).*

L'esperienza principale descritta in questa nota consiste nella decomposizione per mezzo di una debole corrente elettrica di una dissoluzione di acetato di rame e di acetato di piombo in proporzioni atomiche eguali, in sette a ot-

to parti d'acqua. L'Autore ha osservato che l'elettrode positivo, che era una lamina di platino, si copriva di uno strato grigio che poi diveniva nero e che dopo un certo tempo si distaccava in laminette che cadevano al fondo. Questo deposito nero analizzato presentò tutti i caratteri del biossido di piombo. Intanto sull'elettrode negativo si separava il rame puro.

Questa osservazione non è nuova e forse neppur Nobili, che ne ha parlato nella sua Memoria sui colori delle lastre ottenuti colla pila, non era stato il primo a notarla. Anche Becquerel ed altri sperimentatori hanno osservato casi consimili come sarebbe quello della formazione del biossido d'argento che avviene sull'elettrode positivo, allorchè si decompone una soluzione di nitrato d'argento. Senza togliere l'importanza che può avere l'osservazione del signor Despretz, qualora giunga a meglio determinare le condizioni in cui si produce quel biossido, che è certamente un prodotto secondario dell'azione elettrolitica, si può sin d'ora affermare che la legge degli equivalenti elettro-chimici non è alterata da questa osservazione imperocchè, se si determina la quantità di rame raccolta sull'elettrode negativo, si troverà che questa quantità è equivalente allo zinco ossidato nella pila e all'idrogene raccolto nel voltaimetro. Finquì ci limiteremo a dire che l'osservazione di Despretz presenta uno dei noti casi di azione elettro-chimica, nei quali la corrente, benchè traversi un miscuglio di diversi sali, pure la sua azione diretta si limita sopra quello di cui l'ossido è più facilmente ridotto: l'ossigene non si sviluppa sull'elettrode negativo allo stato libero, ma invece per il grado maggiore della sua affinità, e ciò per essere allo stato di ozone, si combina all'ossido del sale che non è elettrolizzato.



RICERCHE SULLE LEGGI DELL'IRRITABILITÀ MUSCOLARE, DELLA RIGIDITÀ CADAVERICA E DELLA PUTREFAZIONE; DI BROWN SEQUARD.

(*Comptes Rendus de l'Académie T.* XLV, *p.* 462. 5 *Ottobre* 1857).

Ci limitiamo a riprodurre quì una delle esperienze riferite in questa importante comunicazione. Sopra un mammifero (cane, gatto, coniglio,) sono tagliate tutte le radici dei nervi che procedono da una delle parti, destra o sinistra, della midolla spinale; o pure si taglia una metà laterale della midolla spinale nella regione dorsale: indi si avvelena l'animale con una delle sostanze atte a promuovere delle convulsioni. Si può anche lasciar l'animale a sè per un certo numero di giorni in questo stato. Il risultato di questa esperienza è che il membro, o più esattamente i muscoli del membro che hanno continuato a ricevere l'influsso nervoso e quindi a contrarsi sono i primi a perdere l'irritabilità dopo la morte, sono quelli in cui la rigidità cadaverica apparisce e cessa prima, e finalmente quelli in cui la putrefazione si manifesta più rapidamente.

Questo risultato, col quale si collegano diversi fenomeni analoghi presentati dagli animali forzati alla caccia, come sarebbero i galli dopo un lungo combattimento, gli uomini o gli animali colpiti dal fulmine, ec. ec. è una conseguenza del fenomeno della respirazione muscolare, e prova che tutte le volte che un muscolo si contrae, avviene in esso un cambiamento che deve essere principalmente nella sua chimica composizione, per il quale la fibra muscolare è disposta a prendere più facilmente lo stato della rigidità cadaverica e indi a entrare in putrefazione.



SULL'INFLUENZA DELLA STRUTTURA SULLE PROPRIETÀ MAGNETICHE DEL FERRO; DI F..P. LE ROUX.

(*Comptes Rendus de l'Académie, T.* XLV, *p.* 477. 5 *Octobre* 1857).

È conosciuto da alcune esperienze ingegnose di Tyndall e di Knoblauch, che la direzione in cui si colloca fra i poli di una calamita un ago di materia cristallizzata, non dipende da quella dell'asse cristallografico, come lo aveva creduto Plücker, ma invece dipende dalla direzione del clivaggio dominante e varia colla natura magnetica o diamagnetica della materia dell'ago. Secondo questi Fisici l'effetto dei clivaggi, analogo a quello della compressione, sarebbe una condensazione o un ravvicinamento delle molecole, maggiore in un senso che nell'altro, per cui in un campo di forza magnetica discretamente uniforme le azioni sofferte dall'ago cristallizzato dipenderebbero dalla somma delle azioni esercitate sopra tutti i punti dell'ago in un modo eguale e dai momenti di rotazione. Gli stessi Fisici hanno pure provato che la repulsione prodotta dal polo di un elettro-calamita sopra un cubo di bismuto cristallizzato sospeso coi clivaggi verticali è molto maggiore se l'asse magnetico è normale al piano dei clivaggi di quello che parallellamente ai clivaggi stessi. Ricorderemo ancora, come a questa teoria dei fenomeni magneto-cristallini sia però contrario il risultato ottenuto sopra un ago di bismuto cristallizzato coi clivaggi longitudinali e che oscilla fra i poli di un elettro-calamita; la forza che lo muove è molto maggiore se l'ago è sospeso coi clivaggi verticali di quello che coi clivaggi orizzontali.

L'Autore ha fatto delle ricerche analoghe sopra un minerale di ferro purissimo ridotto coll'idrogene e compresso sotto lo strettojo idraulico. In questa operazione ogni grano di minerale si schiaccia e forma una piccola laminetta che si dispone perpendicolarmente al senso della pressione. So-

pra delle masse di questo minerale così compresso sono stati tagliati dei prismi a base quadrata, nei quali la direzione della laminetta era longitudinale e quindi parallella a due delle faccie laterali. Questo ago prismatico di materia magnetica presentò lo stesso risultato dell' ago di bismuto cristallizzato, cioè l'azione della calamita era sopra questo ago molto più forte quando le laminette erano verticali di quello che quando erano orizzontali. Si deve notare che il rapporto delle forze che fanno oscillare l'ago in queste due posizioni era 1:1,16 prima che il minerale fosse riscaldato e divenne 1:1,09 dopo che l' ago fu rincotto. L'osservazione del signor Le Roux è importante, perchè fa vedere che la circostanza della posizione dei clivaggi ha lo stesso effetto sopra i corpi attratti come sopra i respinti malgrado l'enorme differenza delle forze che in essi sviluppa la calamita.



APPARENZE SINGOLARI DEL PIANETA GIOVE, E PROVA DELL'ESISTENZA DI UN' ATMOSFERA NELLA LUNA.

Sunto di una Memoria di A. NOBILE *presentata all' Accademia delle Scienze di Napoli nella seconda tornata di Gennajo del corrente anno* 1857.

Le occultazioni de' pianeti dietro la luna, se mal non mi avviso, non arrecano grande utilità alla scienza degli astri quando l' Osservatore intende solo a notare, come ordinariamente vien praticato, i tempi in cui avvengono le immersioni e le emersioni, o qualunque altra fase di quel fenomeno. Al contrario, sembrami sopra modo importante ch'ei ponga ben mente alle varie apparenze de' due astri, sì in quanto alla luce e sì alle forme che essi van presentando, potendo da quelle apparenze emergere preziosi dati da rischiarare qualche punto intorno alla natura fisica degli astri involta in dense tenebre.

Con tale intendimento mi feci ad osservare l'occultazione di Giove del 2 Gennajo del corrente anno. I fenomeni che ne colsi van rifermando ed aggiungendo altre particolarità a quelle per avventura notate da altri Astronomi, e, poichè io son di credere che, infra le altre cose, alcune di esse siano per porgere forti argomenti in pruova dell'esistenza di una debole atmosfera intorno alla luna, io mi farò, innanzi tratto, ad esporle a parte a parte, col medesimo ordine col quale furono per me osservate, e dipoi a farne breve commento.

I.

Esposizione delle osservazioni.

Le osservazioni furono eseguite nel Reale Osservatorio Astronomico di Napoli con un rifrattore di cui l'apertura è di pollici 7 $^1/_2$, e la distanza focale di piedi 9. Questo istrumento, opera egregia di Frauenhofer, che l'Osservatorio possiede da gran tempo, essendo stato non solidamente equilibrato ne' suoi sostegni fin dalla sua origine, e dipoi improvvidamente situato in una sala a pian terreno dell'Osservatorio medesimo, manca di quella stabilità che addimandano le delicate osservazioni di misure, ed è forza, per drizzarlo al cielo, che si trascini a gran fatica fuori una terrazza all'aria libera. Ciò non ostante, mi riuscì in quel giorno di adoperarlo, e vi applicai l'ingrandimento di 240 volte, non permettendone allora lo stato dell'atmosfera altro maggiore.

Il cielo, che era stato totalmente coperto da nubi nel corso del giorno, divenne pressochè sereno nel tempo della occultazione; e, benchè qualche leggiera nuvola a quando a quando ne togliesse la vista de' due astri, nondimeno negli intervalli di visibilità chiaramente apparivano, e la parte oscura della luna rischiarata dalla luce cinerea pur molto distinta vedevasi, e però le osservazioni non mancaron del tutto.

Appariva Giove ben definito nel suo contorno, e quando trovavasi alquanto lontano dalla luna, prima della immersione e dopo la emersione, la figura alcun poco allungata, ovvero l'effetto del suo schiacciamento, mostravasi sensibile ai miei occhi.

Nel tempo del primo apparente contatto di Giove col lembo oscuro ma visibile della luna, ovvero nel momento preciso che ebbe principio la immersione, non mi fu dato di osservare; ma, seguendo poscia attentamente il corso del fenomeno, pochi secondi dopo quella prima fase, quando cioè il diametro del pianeta si era immerso intorno ad $^1/_6$, mi avvidi che il pianeta medesimo subiva una leggierissima e parziale trasformazione: mi parve allora che la sola parte del suo disco presso a quello della luna, e propriamente tutta la parte immersa insieme ad una piccola zona apparentemente in contatto col lembo della luna, si fosse alcun poco gradatamente rialzata e ristretta in maniera da farne sembrare alquanto minore la lunghezza e la curvatura del suo corrispondente contorno (*fig.* 1, a).

Una osservazione fatta prima di me dal Barone Dembowski ha moltissima analogia con questa qui esposta (Astronomiche Machrichten, n.° 1045. Altona 1856).

Tale trasformazione, dopo aver toccato il suo colmo, andò scemando secondo che la immersione approssimavasi alla sua metà; e quando quest'ultima fase ebbe luogo, non era punto riconoscibile trasformazione alcuna, sembrando allora inalterata la metà del disco del pianeta. Dopo di che, proseguendo il suo corso il fenomeno, vi fu un momento che mi sembrò di vedere un lieve avvallamento in ciascuno dei due lati dell'orlo, e alcun poco allungata una piccola zona sottoposta, e segnatamente quella confinante col lembo della luna (*fig.* 1, b). Ma, quando il diametro di Giove rimase fuori del nostro satellite intorno ad $^1/_8$, e anche meno, tutto il suo lembo visibile presentava una curvatura minore di quella che prima si aveva; o, ciò che torna lo stesso, gli estremi del corno mostravansi alquanto allungati, e tutto il suo contorno, o arco visibile, sembrava appartenere ad un cerchio di maggior diametro (*fig.* 1, c). Ho trovato (1) che il Confied, astronomo inglese, aveva già notate simiglianti apparenze in una occultazione di Giove del 1824.

Non avendo potuto osservare le immersioni de' due sa-

(1) Vedi *Atti della Società Astronomica di Londra*. Vol. II. p. 89.

telliti che precedevano Giove, presi ad osservare quelle dei due satelliti che lo seguivano nel lato opposto. Giunto uno di essi presso l'orlo della luna, non scorsi diminuzione sensibile di luce; ma, in vece, appena ebbelo raggiunto, pochi momenti prima di immergersi, lo vidi in parte soprapposto alla luna, come se situato fosse tra questa e la Terra.

Il medesimo fenomeno mostrò l'altro satellite nella sua immersione.

L'emersione di Giove dalla parte luminosa della luna mi parve che presentasse, con ordine inverso, le medesime apparenze che ebbero luogo nella immersione; se non che mi sembrarono molto meno distinte, e spesso impercettibili, probabilmente a cagione di un leggiero tremore del cannocchiale mosso allora da debole vento. Ma, intanto, quel tratto dell'orlo della luna soprapposto a Giove appariva ai miei occhi più depresso del resto; o, per dir meglio, una tal parte della linea circolare formante il contorno luminoso del nostro satellite, sembravami alquanto più vicina al centro, e limitata da una linea alquanto sottile ed oscura (*fig.* 2).

II.

Considerazioni e conseguenze.

Dando principio alla disamina de' surriferiti fenomeni dall'ultimo di essi, il quale fu, nel medesimo tempo, pur ravvisato dal chiarissimo collega Capocci con un cannocchiale dell'Osservatorio di Marina, dirò che quella maggior prossimità al centro della luna della parte del suo orlo luminoso soprapposto a Giove è da crederla fenomeno subiettivo anzi che obiettivo. Tutti sanno che i corpi luminosi che si projettano su di un fondo oscuro ne sembrano ampliati per opera di una luce fittizia che dipende dall'organo della vista. E questa luce fittizia, quest'effetto di irradiazione, non ha luogo quando il corpo luminoso projettasi su di un fondo egualmente luminoso. Posto ciò, il fenomeno testè riferito potrebbe esserne la legittima conseguenza: imperocchè la parte dell'orlo luminoso della luna projettata sul fondo oscu-

ro del cielo, ammesso l'effetto della irradiazione, dovrebbe estendersi nel cielo medesimo e invaderlo alquanto; e l'altra projettata su Giove dovrebbe apparirne col suo vero termine. Non sarebbe egli da attribuire quella apparenza ad un lieve effetto di irradiazione? E, d'altra parte, la linea di colore oscuro sopra menzionata non sarebbe ella un effetto di contrasto, e, segnatamente, ciò che in ottica appellasi aureola accidentale?

In quanto all'apparente soprapposizione del satellite sul disco della luna pochi momenti prima della immersione, è questo un fenomeno osservato in altra simile occultazione dal Ramage (1), ed è della medesima natura di quello notato da molti Astronomi nelle occultazioni di stelle dietro la luna, e che una volta pur si offerse alla mia vista. La spiegazione di quest'ultimo fatto più generalmente accolta dagli Astronomi poggia su la possibilità che la stella si possa talvolta vedere attraverso le scabrosità dell'orlo della luna, ovvero tra la gola di due de' suoi monti; molto più che spesso osservatori in luoghi diversi non videro la medesima cosa.

Simiglianti apparenze per me e per altri notate ne' satelliti di Giove, quelle non diverse osservate dal Capitano Ross nell'occultazione di Urano nel 1824 (2), e più di tutto le altre della medesima natura viste dal Ramage in Giove le cui dimensioni sono molto estese, escludono del tutto quella spiegazione. Da ciò segue che i due surriferiti fenomeni, quello cioè delle stelle e l'altro de' satelliti e pianeti, o sono di ordine diverso e procedono da cagioni diverse, il che non sembra probabile, o l'allegata spiegazione non è da ammettere.

Labire attribuiva quella apparenza, nel caso delle stelle, ad una luce parasita che circonda l'orlo lunare, attraverso della quale fossero visibili le stelle; ma l'Arago credè, più di ogni altra, probabile questa spiegazione, a condizione nondimeno che quella luce parasita non si abbia a tenere quale effetto di irradiazione, ma in vece una conseguenza di una

(1) *Atti della Società astronomica di Londra.* Vol. II.
(2) *Atti della Società astronomica di Londra.* Vol. II.

visibilità non distinta per non esser l'oculare esattamente al fuoco. Il surriferito fenomeno di Giove, apparentemente soprapposto alla luna, sembra favorevole a questa opinione del celebre Accademico francese.

Venendo alla parte principale di questo lavoro, e però alla disamina delle innanzi descritte trasformazioni viste nel pianeta Giove presso l'orlo della luna, diremo, che di esse tutte può molto acconciamente e minutamente dar ragione una leggiera atmosfera lunare; perocchè, se ben si ponga mente, son tali coteste deformazioni, quali appunto per avventura avverrebbero se quella vi fosse, e se i raggi luminosi vi subissero una inflessione quando van rasentando la superficie del nostro satellite.

Ed in vero, se ci facciamo a considerare che cotale atmosfera aver deve per effetto indubitabile il rialzare o allontanare più o meno dal centro del nostro satellite secondo le diverse posizioni, quei punti i cui raggi vanno ad immergersi in essa, e quindi renderne anche visibili di quelli che nella sua assenza ne sarebbero invisibili; e, d'altra parte, se poniamo ben mente che son tali le dimensioni di Giove, che, trovandosi esso presso l'orlo della luna, non tutte le sue parti veggonsi per via di raggi che rasentano la superficie di quest'ultimo astro; ne segue che hanno ad aver luogo, nella ipotesi di un'atmosfera, diverse trasformazioni, secondo le diverse posizioni di Giove, e secondo le varie parti del medesimo che patiscono difformazione, o che rimangono inalterate. Or, seguendo le norme de' surriferiti effetti di rifrazione atmosferica, se prendiamo a considerare le diverse forme apparenti che dovrebbe assumere il pianeta nelle varie fasi della sua occultazione; e, se rappresentiamo tali forme per via di una costruzione grafica anche ordinaria, ne risulterà evidente, esser l'effetto prodotto da un'atmosfera, simile a quello che ne porsero le osservazioni. Che anzi, l'assenza medesima di ogni mutamento di forma, quando il pianeta è per metà occultato dalla luna, trova anche la sua spiegazione nella piccolezza dell'effetto deformante, che allora deve aver luogo.

Nelle figure qui esposte (*fig.* 3) ho dinotato con punti

la parte dell' orlo del pianeta che gradatamente si rialza, con linee continue quella che appare, e le ho congiunte con lineette, per mostrare, benchè grossolanamente, l' effetto progressivo della rifrazione.

Dopo un sì evidente accordo di tutte le diverse forme presentate da Giove ad un' attenta osservazione nelle surriferite sue diverse posizioni, con quelle dedotte dall' ipotesi di un' atmosfera lunare, non sarebbe egli strano il non ammettere l' esistenza di un fluido aeriforme, benchè leggierissimo, intorno al nostro satellite? Nè d' altra parte, ne sarebbe, a rigor di logica, permesso il rivocare in dubbio o attribuire ad illusioni i fenomeni dei quali traggo cotale importante conseguenza, che, ancor più strano sarebbe che una serie di fenomeni per me scrupolosamente osservati, e, prima di me, visti e descritti senza darne spiegazione alcuna, parte dal Confield e parte da Dembowski, fossero una serie di illusioni, e nondimeno tali da concorrer tutte a porgerne gli effetti medesimi di una rifrazione astronomica, e però a svelarne una origine comune, un comune legame con un principio teorico che non può altrimenti supporle che fenomeni essenzialmente obbiettivi.

Molto dibattuta e di gran momento si è la questione dell' esistenza o non esistenza di un' atmosfera lunare, come quella che stimola la curiosità de' sapienti, e tende ad estendere le analogie tra i pianeti, la terra, e l' astro che più a noi si avvicina.

Uno de' più forti argomenti in prova dell' assenza di un' atmosfera lunare, lo traggono gli Astronomi dalle occultazioni delle stelle. Lo intervallo di tempo che corre tra la immersione e l' emersione di una stella è sensibilmente, dentro strettissimi limiti, eguale al tempo che la luna impiega a percorrere nel cielo un arco che risponde ad una data corda del disco lunare. Da ciò s' inferì che i raggi che partono dalla stella e che giungono ai nostri occhi, dopo aver corsi rasente la superficie della luna, non patiscono inflessione alcuna sensibile. Ove si voglia supporre un' atmosfera, una rifrazione di quei raggi, dovrebbe essa abbreviare la durata del fenomeno, ritardando la immersione ed anticipando l' emersione.

Ma questa pruova non parmi che basti ad escludere del tutto l'esistenza di un'atmosfera. La quale potrebbe essere tanto debole da rendere la differenza di quei due tempi di un'ordine inferiore all'errore delle osservazioni, o all'incertezza intorno alla corda del disco lunare.

Un'altra pruova dell'assenza di un'atmosfera lunare che ha fatto peso nell'animo degli Astronomi, muove dal non essersi mai vista alterazione alcuna nella faccia del nostro satellite o nelle sue particolarità, non solo trovandosi esso illuminato, ma anche quando la luce cinerea ne permetteva la vista. Ciò, a rigore, fece aperto agli Astronomi, che se ci ha nella luna un'atmosfera, deve questa non accoglier vapori e non esser mai offuscata da nubi come quella della terra.

Il celebre Schroeter, partendo da altri fatti, venne ad una opposta sentenza. Egli credette di ravvisare nelle alte sommità de' monti della luna, le quali si mostrano distaccate dalla linea luminosa durante il progresso della sua fase, una luce tanto meno viva per quanto più sono esse lontane da quella linea. Da ciò e dalle apparenze di un debolissimo chiarore che una sola volta vide nel prolungamento delle corna del crescente lunare, e che gli sembrò una luce crepuscolare, ne inferì l'esistenza di un'atmosfera nella luna. Nondimeno di questa conclusione dello Schroeter non si tennero contenti gli Astronomi, poichè ella fu tratta da osservazioni su le quali molto ponno le illusioni, e che non ebbero mai riscontro veruno.

Il Ramage, avendo osservato, come innanzi dissi, in una occultazione di Giove, una parte di questo pianeta sopraposto alla luna dopo averne toccato il lembo, ed avendo eziandio osservato il medesimo fenomeno pochi momenti prima della immersione totale de' satelliti, credette di vedere in questi soli fatti l'effetto di una inflessione di luce prodotta dall'atmosfera lunare. Ma l'effetto di una inflessione di luce conseguenza di rifrazione non consiste punto nel ravvicinar l'astro alla luna, e farlo sembrar soprapposto ad essa, ma è precisamente il contrario; e però l'esistenza di un'atmosfera nella luna non può venir dimostrata da quel fatto testè riferito, se pur non si voglia supporre, contro

ogni ragione, un' atmosfera negativa; o, in altri termini, un' atmosfera che fosse men densa dell' etere che la luce va attraversando negli spazii planetarii.

Da tutto ciò che finora dissi, mi sembra poterne dedurre che le uniche, o almeno le più convincenti pruove della presenza di un' atmosfera nel nostro satellite, siano appunto quelle che dianzi allegai, e che trassi dall' analisi delle mie e delle altrui osservazioni.

Nè possiamo, a ragione, opporre ad esse quelle medesime difficoltà di cui innanzi tenemmo discorso, le quali furon tratte dalle occultazioni di stelle, e che determinarono gli Astronomi ad una contraria sentenza; imperocchè, volendo anche ammettere che l' atmosfera della luna sia tale da cagionare una rifrazione orizzontale intorno ad un minuto secondo, torna essa tuttavia sufficiente a determinare riconoscibili trasformazioni in un pianeta che trovasi presso l' orlo della luna, ma non è punto sufficiente a manifestarsi per via delle occultazioni di stelle.

Nondimeno, se le allegate pruove non sieno per arrecare nell' animo altrui quella convinzione che si è formata nel mio, e se esse non valgono a mettere in sodo un principio teorico cui tien dietro un' importante dottrina; potrà questo mio lavoro riuscir utile a richiamare l' attenzione degli Astronomi su fenomeni che, meglio studiati, potrebbero condurre a rimuovere ogni dubbiezza intorno ad una quistione tanto vagheggiata da' filosofi di tutti i tempi, e che stimola non poco l' umana curiosità.

III.

Proposta di un metodo per riconoscere e misurare l' atmosfera lunare.

Farò fine a questo lavoro col proporre agli Astronomi che posson disporre di potenti ed opportuni apparati ottici, e che molto si sono esercitati nelle delicate misure micrometriche, un sistema di osservazioni, per via del quale, mi sembra, che non solo potrebbe venir altrimenti provata la

presenza di un fluido aeriforme intorno alla luna, nel caso che vi sia, ma ancora di darne una prossima misura, traendola come conseguenza dell'effetto di rifrazione. In virtù delle leggi che governano la rifrazione astronomica, egli è fuor d'ogni dubbio che in una occultazione di Giove, se la luna ha un'atmosfera, i diametri di quel pianeta i quali rispondono ai punti di contatto, sia nel momento preciso del principio della immersione, sia in quello della emersione totale, debbono riuscir minori dei medesimi diametri quando il pianeta è lungi dall'orlo lunare, e però quando non può apparir punto deformato dall'effetto di rifrazione. I segni adunque che ne svelano la presenza dell'atmosfera lunare stanno appunto nel raccorciamento dei surriferiti diametri del pianeta.

Su di tali principii semplicissimi poggia il metodo che io mi fo a proporre.

In una occultazione di Giove, dovrebbero venir misurati accuratamente quei diametri di questo pianeta i cui estremi rispondono al primo contatto e all'ultimo distacco. procedendo nel seguente ordine: 1.° instituire una misura poco tempo innanzi che avvenga il primo contatto, quando cioè quell'astro trovasi alquanto lontano dalla luna; 2.° eseguire altra misura quando è presso ad immergersi, o nel momento che questa fase avviene. Dopo di ciò farebbe mestieri ripetere le medesime operazioni precisamente quando Giove emerge tutto intero, e dipoi quando si è alquanto allontanato dalla luna.

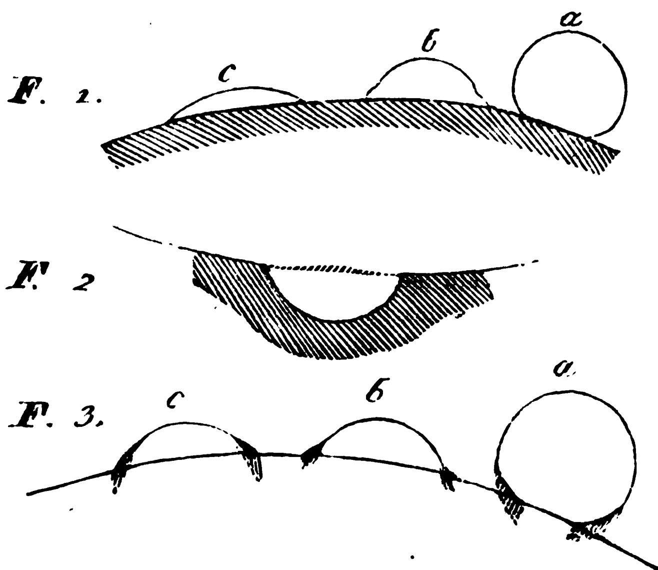
Nel caso dell'esistenza di un'atmosfera, due delle surriferite misure, cioè quelle ottenute presso il lembo della luna, e però affette da rifrazione, dovrebbero, come dissi, riuscire rispettivamente minori delle altre due.

Meglio, forse, potrebbe venir raggiunto il desiderato scopo, se, posti due fili di un micrometro esattamente tangenti all'orlo di Giove nei punti estremi di uno degli anzidetti diametri alcun tempo innanzi la immersione del primo lembo, si tenessero con molta accuratezza in tal posizione; e dipoi si mettesse tutta la cura a vedere, se questo lembo, tenendo l'altro sempre tangente al filo, si va alcun poco ri-

movendo dalla prima posizione, cacciandosi nell' interno dei fili medesimi nel momento che ha luogo la sua immersione.

Una simile ma inversa operazione potrebbe praticarsi quando il pianeta emerge interamente dalla luna.

Siffatto metodo riuscirebbe forse anche utile applicandolo agli altri pianeti che han dischi ben visibili e terminati. Anzi, nel caso di quelli di mediocre grandezza apparente, come, per esempio, Marte, io mi avviso che tornerebbe facile il riconoscere, senza adoperare il micrometro, una deformazione o una maniera di restringimento o accorciamento di un lato, nel momento che va a toccare l'orlo lunare. L'accorciamento del diametro, anco men di un secondo, in un piccolo disco, dovrebbe tornare più riconoscibile che in uno di maggior dimensione, e se ne potrebbe ad un di presso per istima valutare la quantità, riferendola al noto diametro del pianeta.



SULL' AFFINITÀ SPECIALE DELL' AZOTO PER IL TITANIO;
F. WÖHLER E H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

(*Comptes Rendus*, *T.* XLV. *p.* 480).

Traduzione.

Le idee generali che in mancanza d' una regola precisa ci guidano in chimica nella previsione dei fenomeni dell'affinità, si trovano in difetto in molte circostanze importanti; e in particolar modo di alcune che sono state determinate recentemente. È nostra intenzione in questa memoria di mostrare un caso nuovo d' affinità speciale e inaspettato fra il gas azoto e il titanio. Questo corpo semplice infatti può unirsi direttamente all' azoto dell' aria, come resulta dalle esperienze che andiamo a riferire. Perciò niente è più difficile che l' ottenere del titanio completamente privo d' azoto, e tutti i corpi di color rosso di rame o giallo d' ottone che molti chimici hanno ottenuti e descritti per titanio normale non sono in realtà che azoturi di titanio. Nelle circostanze ordinarie, l' ossigeno è quello dei due elementi dell' aria che più energicamente si oppone a ciò che la maggior parte dei corpi semplici rimangano isolati; per il titanio, al contrario, è l' azoto dell' aria che gl' impedisce di conservarsi allo stato metallico a delle temperature elevate.

Un crogiuolo ordinario circondato di carbone e scaldato fortemente è inaccessibile all' ossigeno del focolare, ma l' azoto vi penetra facilmente e si combina al titanio se incontra un miscuglio incandescente di acido titanico e di carbone. L' affinità fra i due corpi è sì grande che se si riduce del titanio ponendo, secondo il processo di Berzelius, del fluotitanato di potassa, e del sodio in un crogiuolo mal chiuso e scaldato convenientemente, si trova nel titanio metallico delle piccole pagliette rossastre che si possono facilmente riconoscere per azoturo di titanio. Questa osservazione che

noi abbiamo fatto casualmente nei nostri studii su questo corpo semplice, è il punto di partenza delle ricerche che andiamo ad esporre.

Rammenteremo innanzi tutto che il titanio puro, ottenuto per la prima volta da Berzelius e descritto in seguito da uno di noi (1), è una polvere di color grigio scuro simile al ferro ridotto coll' idrogeno. In questo stato brucia con incandescenza quando si riscalda a contatto dell' aria; l' acido cloridrico lo scioglie facilmente con abbondante sviluppo d' idrogeno, e la soluzione limpida dà un precipitato nero idrato d' ossidulo. Non si può ottenere titanio puro se non che ponendo in un tubo delle navette contenenti il sodio e il fluotitanato, e scaldando in una corrente d' idrogeno secco e privo d' aria finchè la reazione sia terminata. Dopo il raffreddamento si tratta la massa coll' acqua bollente.

Nella prima esperienza da noi fatta, abbiamo operato su un miscuglio intimo di 51 grammi d' acido titanico e 9 grammi di carbone nelle proporzioni necessarie per formare coll'azoto i cristalli degli alti forni ($Ti\ Cy + Ti^3Az$). Questo miscuglio posto in una navetta di carbone, era introdotto in un tubo parimente di carbone ben protetto contro l' azione del fuoco e dell' aria: l' apparecchio era portato alla temperatura della fusione del platino; una corrente d' azoto secco e puro, ottenuto coll' azotato d' ammoniaca, lo traversava.

Appena che il calore diviene sufficientemente elevato, l' azoto è assorbito dal miscuglio incandescente con tale vivacità che il carbone del miscuglio si illumina e sembra più bianco del tubo. Perciò bisogna che la corrente d' azoto puro cammini con grande rapidità. L' azoto sparisce immediatamente, e il gas ossido di carbonio resultante dalla riduzione dell' acido titanico può bruciare con facilità all' uscire dal tubo di carbone, ciò che indica essere esso senza mescolanza d' azoto, perchè una piccola quantità di gas incombustibile impedisce all'ossido di carbonio di bruciare.

(1) *Annales de Chimie et de Pharmacie*, T. LXXIII, p. 48, *et Annales de Chimie et de Physique*, *terza serie*, T. XXIX, p. 166.

In questa esperienza adunque l'azoto è assorbito dal nostro miscuglio con sviluppo di calore e di luce: ecco il primo fenomeno di questo genere, esempio nuovo d'una affinità speciale dell'azoto e del titanio, e che si manifesta a una temperatura alla quale non resiste quasi alcuna materia azotata conosciuta. Dopo l'operazione, che deve terminare con una corrente d'azoto si trova nella navetta una materia metallica di color rosso di rame o giallo d'ottone con delle gradazioni intermedie, disseminata di lamine cristalline splendenti, e nelle quali è facile il dimostrare la presenza dell'azoto e del carbone, che d'altronde ha dovuto restarvi a cagione delle proporzioni del miscuglio adoprato. Basta infatti trattare con potassa idrata e fusa la massa metallica estratta dalla navetta per ottenere quantità considerevoli d'ammoniaca, capaci di saturare molto acido cloridrico, dal quale si può ricavare col cloruro di platino. Bruciata nel cloro questa sostanza dà molto cloruro di titanio e una piccola quantità d'un prodotto cristallino, combinazione di cloruro di titanio e di cloruro di cianogeno riconoscibile soprattutto all'odore piccante che i cristalli esalano a contatto dell'acqua e all'azione irritante che essi esercitano sugli occhi.

Quando si trasporta la materia metallica azoto-carbonata in un crogiuolo di carbone circondato da un crogiuolo di calce riscaldato per un quarto d'ora alla temperatura della fusione del rodio (la temperatura della fusione del platino sarebbe insufficiente), si trova che la materia ha diminuito considerevolmente di volume e si è ricoperta di cristalli ottaedrici aggruppati in forma di tramoggie, i quali non si vedono che all'esterno della massa contratta, ma non fusa. Nello stesso tempo la fiamma s'illumina nell'interno del forno per la presenza del titanio che essa contiene e che viene a depositare su i corpi freddi allo stato d'acido titanico. I cristalli hanno perciò l'apparenza d'una materia formata per volatilizzazione, di modo che si trova confermata l'osservazione fatta dapprima da Zinchey e ripetuta in seguito da uno di noi, dalla quale resulta che i cristalli cubici degli alti forni si sono dovuti formare per volatilizzazione.

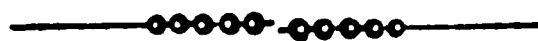
Per mettere fuori di dubbio la presunta permeabilità dei vasi di carbone all' azoto dell' aria del fornello abbiamo posto $25^{gr},5$ d' acido titanico e $4^{gr},5$ di carbone (proporzione necessaria per ottenere i cristalli d' azoto-carburo), in un crogiuolo di carbone chiuso e mantenuto per tre ore in un fornello a vento alla temperatura della fusione del nickel. Il prodotto è una massa non fusa, debolmente agglomerata, d'un color bruno che alla lente e meglio anco sotto il microscopio, presenta l' apparenza metallica del bronzo. Un grammo circa fuso con potassa sviluppava tanta ammoniaca da poter fare del sale ammoniaco sublimato e del cloruro doppio di platino. Senza dubbio è questo un mezzo singolare per trasformare in ammoniaca l' azoto dell' aria. La materia scaldata nel cloro s' infiamma, dà del cloruro di titanio liquido e delle tracce evidenti di cloro-cianuro di titanio cristallizzato; resta ancora dopo l' operazione un poco d'acido titanico non attaccato.

La terza esperienza da noi intrapresa conferma questi primi risultati. Si pone in navette di porcellana del sodio e del fluotitanato di potassa che si scalda in un tubo di vetro o di porcellana, traversato da una corrente d' azoto; allorquando la reazione è terminata, si lascia l' apparecchio raffreddare in una debole corrente di gas. Il sale è trasformato in una massa colore di bronzo che non si scioglie sensibilmente nell' acido cloridrico bollente, benchè la piccola quantità d' idrogeno che si sviluppa indichi tuttora la presenza d' un poco di titanio puro. Il residuo è una polvere bruna scura che al sole sembra metallica, e al microscopio si risolve in tavole e in prismi gialli d' ottone; fusa colla potassa, questa materia sviluppa grandi quantità d' ammoniaca.

Facendo scaldare dell' alluminio in una navetta posta in tubo di porcellana in mezzo a una corrente d' idrogeno carico di vapori di cloruro di titanio, si ottiene del cloruro violetto di titanio e del cloruro d' alluminio, e l' alluminio è trasformato in una massa bruna e spongiosa che si scioglie in gran parte nell' acido cloridrico con sviluppo d' idrogeno. Il residuo è una polvere metallica gialla che, fusa

colla potassa sviluppa dell' ammoniaca. Abbiamo fatto due volte questa osservazione in esperienze dirette a un altro fine. È questa una nuova prova della affinità estrema dell' azoto per il titanio; perchè non si può attribuire quì la formazione dell' azoturo di titanio che alla piccola quantità d' aria rimasta nell' apparecchio, o condottavi nel tempo stesso che l' idrogeno, durante la preparazione di questo gas. Si ottiene ancora un poco di titanio azotato giallo allorchè si prepara il titanio col fluotitanato di potassa e alluminio al quale si aggiunge come fondente un miscuglio di cloruro di sodio e di cloruro di potassio. Si ottiene così una massa metallica grigia nella quale si scuopre già a occhio nudo delle pagliette rosse cristalline d' azoturo di titanio. Esse rimangono dopo l' azione dell'acido cloridrico, e sviluppano dell' ammoniaca colla potassa.

Infine abbiamo fatto un' ultima esperienza che dà un' idea delle affinità relative dell' azoto e dell' ossigeno per il titanio. Ed è che l' acido titanico scaldato al rosso vivo in mezzo a una corrente d' idrogeno e d' azoto, non dà alcuna traccia d' azoturo di titanio. In queste circostanze l' idrogeno non può produrre la riduzione dell' acido titanico in presenza dell' azoto: occorre un agente più energico, quale si è appunto il carbone.



8.

Principio su cui si fonda il dinametro, o misuratore dell'amplificazione degli stromenti ottici.

Quando si rivolge uno stromento ottico ad una superficie luminosa indefinita, come, per esempio, al cielo in tempo di giorno, ed allontanando l'occhio si guarda esteriormente l'oculare, vi si scorge projettato sopra un piccolo disco chiaro, che è l'immagine della prima superficie obbiettiva, la quale tien luogo di un corpo illuminato osservato attraverso la parte rimanente dello stromento.

Gli artisti già avevano notato da molto tempo, che il rapporto del diametro di questo disco a quello dell'apertura dell'obbiettivo corrisponde all'amplificazione dello stromento, e per poter prendere la misura di un tal diametro più esattamente, immaginarono un'apparecchio al quale diedero il nome di *dinametro*.

Per dimostrare che i raggi, partenti dalla superficie obbiettiva, considerata come un corpo radiante, ed uscenti dall'ultima superficie oculare, formano un'immagine dell'apparenza di un disco luminoso del diametro sopra detto, non abbiamo a far altro che applicare le formole generali al caso presente, risguardando la prima superficie obbiettiva come l'oggetto, e le superficie successive come formanti l'istromento. In questo caso, ritenendo le stesse denominazioni, la quantità $v_0\Delta_0$ sarà supplita da $v_1\Delta_1$, cioè dal prodotto della distanza di un punto della prima superficie da uno della seconda, per la velocità di propagazione del raggio luminoso nel mezzo compreso fra queste due superficie. Di più, gli indici degli elementi p con cui sono formate le funzioni P e Q dovranno essere aumentati di due unità, acciò l'istromento cominci dalla seconda superficie; cosicchè alle funzioni $P^{(1)}_i$, $P^{(2)}_i$, qualunque sia il loro indice inferiore, dovranno essere sostituite le funzioni $P^{(3)}_i$, $P^{(4)}_i$, collo stesso indice al disotto. Ciò notato si vedrà che le relazioni, fra le coordinate del punto radiante e quello della sua immagine nel fuo-

co conjugato, dateci dalle (4), si cambieranno nelle seguenti

$$(4)_1 \qquad y = \frac{1}{v_1}\frac{1}{Q^{(3)}_{2n-1}}\frac{y_0}{\Delta_1} \quad , \qquad z = \frac{1}{v_1}\frac{1}{Q^{(3)}_{2n-1}}\frac{z_0}{\Delta_1} \,,$$

dinotando sempre con y_0 e z_0 le coordinate del punto radiante, e con y e z quelle del suo fuoco conjugato.

Sommando i quadrati di queste due equazioni, estraendo dalla somma la radice seconda, ed osservando che, per le formole (9) del capitolo II e $(6)_1$ del capitolo III, Parte I, si ha $v_1\Delta_1 = v_1\beta_1 h_1 = p_2$, ricaveremo

$$\sqrt{y^2 + z^2} = \frac{1}{p_2\, Q^{(3)}_{2n-1}} \sqrt{y_0^2 + z_0^2} \,.$$

Se prendiamo per $\sqrt{y_0^2 + z_0^2}$ il valore a del raggio d'apertura della prima superficie obbiettiva, divenuta corpo radiante, $\sqrt{y^2 + z^2}$ sarà quello del raggio del disco che rappresenta l'immagine, formata dai raggi che sono partiti dalla detta superficie ed hanno attraversata la parte successiva dello stromento, per cui, indicato con c questo secondo raggio, dovrà essere soddisfatta l'equazione

$$(16) \qquad c = \frac{a}{p_2\, Q^{(3)}_{2n-1}} \,.$$

Ora le formole (11) del capitolo III Parte I ci danno nel caso che consideriamo

$$p_2\, Q^{(3)}_{2n-1} = p_2\left(P^{(3)}_{2n-1} + \frac{1}{p_2} P^{(4)}_{2n-1}\right),$$

ovvero, sostituendo a $P^{(3)}_{2n-1}$ e $P^{(4)}_{2n-1}$ le loro espressioni somministrateci dalla (7) del capitolo IV della stessa Parte I,

$$p_2 Q^{(3)}_{2n-1} = p_2\left(P^{(1)}_{2n-1}P^{(2)}_{1} - P^{(2)}_{2n-1}P^{(1)}_{1}\right) - \left(P^{(1)}_{2n-1}P^{(2)}_{2} - P^{(2)}_{2n-1}P^{(1)}_{2}\right).$$

alla quale equazione si può dare la forma

$$p_2\, Q^{(3)}_{2n-1} = - P^{(1)}_{2n-1}\left(P^{(2)}_2 - p_2\, P^{(2)}_1\right) + P^{(2)}_{2n-1}\left(P^{(1)}_2 - p_2\, P^{(1)}_1\right),$$

che può ridursi, col mezzo delle formole (1) dello stesso capitolo, a

$$p_2\, Q^{(3)}_{2n-1} = - P^{(1)}_{2n-1}\, P^{(2)}_0 + P^{(2)}_{2n-1}\, P^{(1)}_0 \;;$$

e quindi, osservando che, per le formole date all'articolo 2 del capitolo III, Parte I, si ha $P^{(1)}_0 = 1$, $P^{(2)}_0 = 0$, alla seguente

(17) $$p_2\, Q^{(3)}_{2n-1} = P^{(2)}_{2n-1}\,,$$

per cui, portando il valore di questo primo membro nella precedente equazione (16), risulterà, indipendentemente dal segno,

(18) $$P^{(2)}_{2n-1} = \frac{a}{c}\;;$$

e questo valore di $P^{(2)}_{2n-1}$ sostituito nella (12) ci darà

(19) $$\frac{X_n}{O} = \frac{v_n}{v_0}\,\frac{a}{c}\,.$$

La ragione del raggio dell'apertura della superficie obbiettiva d'uno stromento a quello della sua immagine, moltiplicata pel rapporto di v_n a v_0, darà dunque una nuova espressione dell'amplificazione del medesimo, come ci eravamo proposti di dimostrare.

Il disco, che presenta l'immagine dell'apertura della superficie obbiettiva, sarà disegnato in un piano perpendicolare all'asse centrale, ed alla distanza δ dal centro di figura del-

l'ultima superficie oculare, data da

$$(5)_1 \qquad \delta = -\frac{1}{v_n}\,\frac{Q^{(3)}_{2n-2}}{Q^{(3)}_{2n-1}},$$

la quale rimpiazza in questo caso la (5), a cui è analoga.

Ma, collo stesso processo con cui si è ottenuto la (17), si trova anche

$$p_2\, Q^{(3)}_{2n-2} = P^{(2)}_{2n-2},$$

quindi, eliminando dall'equazione precedente, e dalla $(4)_1$ tanto $Q^{(3)}_{2n-1}$ quanto $Q^{(3)}_{2n-2}$ per mezzo della (17) e di quest'ultima, si otterrà

$$(20) \qquad \delta = -\frac{1}{v_n}\,\frac{P^{(2)}_{2n-2}}{P^{(2)}_{2n-1}}$$

$$(4)_2 \qquad y = \frac{1}{P^{(2)}_{2n-1}}\,y_0 \qquad , \qquad z = \frac{1}{P^{(2)}_{2n-1}}\,z_0 .$$

I secondi membri di queste equazioni essendo identici con quelli delle equazioni segnate $(3)_0$ e $(4)_0$ nel capitolo I, ci fanno vedere che il cerchio, rappresentante l'immagine dell'obbiettiva, è situato nel piano detto dal sig. Biot oculare, e che i varii punti della stessa immagine coincidono con quelli in cui vanno a concentrarsi i raggi provenienti dallo spazio dopo essersi intersecati nei punti omologhi della superficie obbiettiva.

Questo risultato era facile a prevedersi, perchè è indifferente per la formazione della detta immagine che si consideri ciascun punto illuminato dell'obbiettiva come un centro d'emanazione di raggi, o che que' raggi siano inviati dai varii punti dello spazio e s' incrocino in esso: in un caso e nell'altro deve risultare una medesima immagine.

Euler ha chiamato raggio principale d'un pennello luminoso, che investe l'obbiettiva, quello che passa pel centro di questa. Se facciamo $y_1=0$, $z_1=0$ nelle due prime delle equazioni (9), per considerare il corso del raggio principale, si vede che all'uscir dall'oculare la sua situazione soddisfa alle equazioni

$$y_n = -\frac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \frac{y_0}{\Delta_0} \quad , \quad z_n = -\frac{1}{v_0} P^{(2)}_{2n-2} \frac{z_0}{\Delta_0} ,$$

le quali ci mostrano che il raggio principale, partito dal punto (Δ_0, y_0, z_0), interseca la superficie oculare in un punto (y_n, z_n), che starà dalla stessa parte, o dalla parte opposta dell'asse centrale a quella in cui è situato il punto radiante, secondo che sarà $P^{(2)}_{2n-2}$ negativo o positivo. Coprendo quindi la superficie obbiettiva, ad eccezione di un piccol foro nel centro, e dirigendo lo stromento ad un oggetto luminoso, per esempio al sole, si osserverà se, elevando od abbassando un poco l'asse centrale dello stromento, l'immaginetta del foro visibile sulla superficie oculare si eleva o s'abbassa contemporaneamente, o se succede il contrario, e con questo dato si giudicherà, secondo l'esposto, del segno positivo o negativo del valore di $P^{(2)}_{2n-2}$, senza conoscere l'interno dello stromento.

Avendosi per mezzo di tale esperimento determinato il segno di $P^{(2)}_{2n-2}$, e quello di $P^{(2)}_{2n-1}$ essendoci indicato dal vedersi le immagini degli oggetti diritte, o capovolte, potremo riconoscere se il valore della distanza δ, datoci dalla (20) deve essere positivo o negativo. Nel primo caso, il piano oculare sarà esterno allo stromento, e nel secondo sarà interno.

L'osservatore potrà anche determinare il valore di δ, senza scomporre l'istromento, valendosi del dinametro a doppia immagine, che descriveremo nell'articolo seguente. Per quest'oggetto, applicando il dinametro all'oculare dello stromento, bisogna che determini anche a qual distanza dal centro di figura della superficie esterna dell'oculare medesimo stà il piano tangente ai due centri di figura delle due semilenti del diname-

tro, quando vede l'immagine dell'obbiettivo nel miglior punto di distinzione. Chiamando K questa distanza, ed F la lunghezza focale del dinametro (*) dedurrà

$$\delta = K - F ,$$

valore che sarà negativo, quando resultasse $K < F$.

Pongasi per omogeneità

$$P^{(2)}_{2n-1} = v_0 l ; \tag{21}$$

da questa e dalle espressioni (15) e (20) si ricava l'equazione

$$l = -\frac{v_n}{v_0}\frac{a}{c}\delta ,$$

che ci dà il valore di l, e compie di provarci che le quantità, dalle quali dipende il calcolo degli effetti dello stromento, sono tutte determinabili sperimentalmente operando all'esterno senza bisogno di conoscere l'interna sua struttura.

9.

Dinametro.

Ogni qual volta l'amplificazione d'uno stromento ottico è assai grande, il valore del semidiametro del disco, indicato con c nell'equazione (19), deve risultare assai piccolo in confronto della semiapertura a dell'obbiettivo, ed è evidente che, in questo caso, è necessario di conoscerlo con esattezza, senza di che un piccolo errore, di cui potesse essere intaccato, influirebbe

(*) Dicesi per brevità *lunghezza focale* d'uno stromento la sua distanza focale principale, cioè la distanza del centro di figura dell'ultima superficie al piano focale su cui vanno a riunirsi i raggi paralleli entrati per la prima: o viceversa, supponendo che i raggi invertano il loro cammino, la distanza del punto situato sull'asse centrale da cui essi dovrebbero partire, od a cui dovrebbero concorrere, per rientrare nello stromento ed uscire paralleli dalla prima superficie di esso.

grandemente su quello del rapporto $\frac{a}{c}$, e quindi sulla giusta determinazione del poter amplificante dello stromento. Questa considerazione indusse il celebre Ramsden, ed in seguito Dollond, a trovare la costruzione di un micrometro che fosse adattato a prendere con molta esattezza la misura del disco suddetto, al quale, come già accennammo, posero il nome particolare di dinametro (*).

Due sono le costruzioni proposte da quegli ottici per quest'oggetto. Nell'una si fa uso d'un micrometro ad immagine semplice, nell'altra di un micrometro a doppia immagine.

Il primo micrometro è formato da una lastrina di madreperla o di talco; sulla quale è tracciata una scala molto accuratamente e finamente divisa. Questa scala è posta nel tubo di un oculare positivo, semplice o composto, ed alla distanza focale principale del medesimo, di modo che le divisioni della scala siano chiaramente e distintamente vedute attraverso l'oculare. Si applica quest'apparecchio al tubo dell'oculare proprio dello stromento di cui si vuole misurare il poter amplificante, e si fa avanzare o retrocedere sino a tanto che si vede, nell'interno del dinametro, l'immagine dell'obbiettivo bene definita e dipinta sulla scala suddetta. Leggendo allora le parti di questa scala sottese dal diametro del disco, che rappresenta la detta immagine, si ha il valore di $2c$. Questa specie di dinametro è dovuta a Ramsden, ma ha l'inconveniente che non è applicabile alla misura dell'amplificazione di quegli istromenti pei quali, come abbiamo visto nella discussione fatta nell'articolo precedente, il valore di δ risultasse negativo, perchè in questi l'immagine del disco si trova nell'interno dello stromento, dove non si può introdurre il dinametro.

A tale inconveniente non è soggetta la seconda specie di dinametro a doppia immagine, quando la distanza focale principale di esso è maggiore di δ. Questo dinametro può paragonarsi ad un oculare composto di due lenti, delle quali l'anteriore, quella verso l'immagine da misurarsi, è divisa in due,

(*) Delle voci δυναμις forza, potere, e μετρεω misuro, vale a dire *misuratore del poter amplificante*.

secondo un suo diametro, e le due metà sono congegnate in modo che possono scorrere contemporaneamente nella direzione dello stesso diametro, allontanandosi egualmente da una parte e dall'altra dell'asse centrale, comune ad amendue, quando i loro centris ono uniti. La descrizione del meccanismo per ottenere questo movimento è superflua al nostro scopo teorico (*); quì basta il dire, che da un lato di questo piccolo stromento sporge una vite, girando la quale si comunica il detto movimento opposto alle due semilenti. Sulla testa della vite medesima è fermato un cerchietto metallico, nel cui contorno sono tracciate le divisioni che misurano le rivoluzioni e loro frazioni fattesi fare alla vite, e che sono proporzionali alla separazione o distanza reciproca dei centri delle due semilenti. L'apparecchio componente il dinametro è applicato al tubo dell'oculare dello stromento, di cui si vuol misurare l'amplificazione, in modo che può scorrere lunghesso, e farsi avanzare o retrocedere sino al punto nel quale il disco, immagine dell'obbiettivo, è percepito colla maggior chiarezza e distinzione: situato che sia l'istromento in questo punto, è ben preparato per eseguire la misura richiesta. A tale effetto si gira la vite che trasmette il movimento di separazione alle due semilenti, e nell'atto si vedono comparire due immagini del disco, le quali si allontanano sempre più fra loro, nella direzione del detto diametro, a misura che procede il movimento della vite, e si prosegue a farle allontanare fino a tanto, che l'estremità destra del diametro dell'immagine a sinistra coincida coll'estremità sinistra del diametro dell'immagine a destra. In questo stato la distanza reciproca $2e$ dei centri delle due semilenti, proporzionale alle divisioni trascorse dal cerchietto metallico in testa della vite del dinametro, è vincolata colla grandezza del diametro $2c$ del disco in modo che, detta f_1 la distanza focale principale delle due similenti, f_2 quella della seconda lente ed h_2 l'intervallo fra esse, si ha

$$2c = 2e \left\{ 1 - \frac{f_1}{f_1 + f_2 - h_2} \right\} \quad (^{**}) ;$$

(*) Può vedersi nel secondo volume dell'opera intitolata *Practical Astronomy* del Dr. PEARSON a pagina 47 e seguenti.

(**) Se ne vedrà la dimostrazione nel Capitolo seguente.

dalla qual formola si scorge, che basterà moltiplicare la distanza $2e$ dei centri delle due semilenti pel rapporto rappresentato dal fattore fra le parentesi per ottenere il valore $2c$ del disco.

Tale rapporto sarebbe difficile a calcolarsi colla necessaria esattezza pei varii dati che richiede, e perciò gli artisti se ne servono soltanto per determinare le lunghezze delle divisioni tracciate sul circolo in testa della vite del dinametro, acciò queste corrispondano prossimamente a qualche parte del movimento delle immagini del disco, che sia una frazione decimale dell'unità di misura adottata, per esempio del millimetro. Tracciate queste divisioni, presentano dalla parte opposta all'osservatore ed alla distanza focale principale del dinametro isolato, una scala d'avorio o di cristallo diligentemente e minutamente divisa, indi, facendo separare le due immagini di questa scala, osservano se le divisioni segnate sul detto circolo corrispondono bene a quel numero di parti della scala che si voleva dalla medesima espresso, se no, rimuovendo la seconda lente del dinametro la accostano o la allontanano dalla prima, o per meglio dire dalle semilenti, secondo che queste divisioni segnano un numero minore o maggiore di parti, e l'aggiustano in modo che la corrispondenza sia perfetta. Si vede infatti dalla formola precedente, che il valore di $2c$ crescerà o diminuirà al diminuire o crescere di h_2. Così aggiustata la scala, applicando il dinametro ad uno stromento qualunque, ed eseguendo la su descritta operazione, si ha la misura dell'immagine del suo obbiettivo espressa in millimetri e frazioni decimali di esso, osservando quale delle divisioni tracciate sul cerchietto girevole colla testa della vite, corrisponde all'indice fisso.

Questo processo di misura suppone, che tutta la superficie obbiettiva sia efficace, cioè che i raggi che partono dai varii suoi punti, possano attraversare l'istromento, senza essere intercettati in alcun luogo del loro cammino. La necessità che vi è d'evitare l'ammissione di raggi luminosi molto obliqui, che priverebbero l'istromento delle proprietà che sussistono pei soli raggi poco inclinati all'asse centrale, fa sì che si escludono a bella posta quei raggi, ponendo nell'interno dei tubi dei

diafragmi anulari che li intercettano, ma i quali possono talvolta anche circonscrivere l'immagine della soperficie obbiettiva e ridurla soltanto ad una porzione di essa. Per iscoprire se questa circostanza sussiste, si ristringe l'apertura della superficie obbiettiva, applicandovi esteriormente dei capelletti anulari, che coprano successivamente porzioni più grandi dei bordi di essa, e, guardando la sua immagine nel dinametro, si osserva se la grandezza di questa diminuisce in proporzione di quella. Quando ciò non avvenga, si dovrà conchiudere che le porzioni, sui bordi della superficie obbiettiva, coperte da quei capelletti sono rese inefficaci dal tubo dello stromento o dai diafragmi esistenti in esso, e si valuterà l'apertura della stessa superficie da quella del capelletto, pel quale l'immagine comincia a diminuire.

10.

Chiarezza.

L'osservazione del Lagrange, che la luce emanata da ciascun punto dell'oggetto esce dall'oculare in forma di un cilindro del diametro che abbiamo indicato con $2c$ nell'articolo 7, ci porge un mezzo facile di valutare la chiarezza con cui le immagini formate dagli stromenti ottici sono vedute da un osservatore.

A quest'oggetto conviene premettere, che il grado di chiarezza, colla quale si vede una piccola porzione od elemento di un oggetto, stà nella ragione diretta della quantità di luce che riceve la pupilla dal medesimo elemento, ed inversa della grandezza apparente sotto la quale questo è veduto. Per confrontare la chiarezza colla quale si vedrebbe il detto elemento ad occhio nudo, con quella con cui si vede attraverso l'istromento, osserveremo primieramente che, se l'occhio fosse situato al centro della prima superficie obbiettiva, la quantità di luce che riceverebbe dall'elemento in considerazione, e quella che cadrebbe sull'obbiettivo potrebbero essere rappresentate respettivamente da πp^2 e πa^2, indicando con π il rapporto del raggio alla semicirconferenza, con p il semidiametro della pupilla, con a la semiapertura dell'obbiettivo, e supponendo la densità od in-

tensità della luce, inviata dall'elemento luminoso, espressa dall'unità nel luogo ove l'obbiettiva è situata.

La luce inviata dall'elemento dell'oggetto che si osserva, e che cade sulla prima superficie obbiettiva, esce dall'ultima superficie oculare, articolo 7, condensata nella base di un piccolo cilindro, il cui semidiametro abbiamo dinotato con c; quindi la densità della luce, dal cadere sulla prima superficie obbiettiva all'uscire dall'ultima superficie oculare, sarà aumentata nella proporzione di 1 ad $\frac{a^2}{c^2}$, per lo che la quantità di luce inviata dall elemento, che entra nella pupilla posta dietro l'oculare, sarà espressa da $\pi p^2 \frac{a^2}{c^2}$. Ma la grandezza apparente della superficie dell'elemento vista ad occhio nudo sta, giusta l'articolo sopracitato, a quella osservata a traverso lo stromento, nella ragione di 1 a $\frac{v_n^2 a^2}{v_0^2 c^2}$; dunque dividendo la quantità di luce che entrerebbe nella pupilla ad occhio nudo, espressa da πp^2, pel primo termine di questa ragione, e dividendo quella surriferita che entrerebbe nella pupilla attraverso lo stromento pel secondo termine della ragione medesima, si avrà che le chiarezze, le quali, come abbiamo premesso, sono proporzionali a questi quozienti, stanno fra loro nella ragione di 1 a $\frac{v_0^2}{v_n^2}$. Questa ragione è quella d'egualianza, quando la prima e l'ultima delle superficie rifrangenti o riflettenti sono in contatto con uno stesso mezzo, nel qual caso si ha $v_0^2 = v_n^2$: per lo che conchiuderemo che, quando gli stromenti sono immersi nell'aria atmosferica, come avviene comunemente, la chiarezza degli oggetti, visti ad occhio nudo, non è cambiata dagli stromenti ottici.

In questo ragionamento s'inchiudono due supposizioni: l'una che il cerchietto πc^2, pel quale esce dall'ultima superficie il pennello cilindrico di luce inviata dall'elemento, sia di un diametro almeno grande come quello della pupilla, acciò questa sia tutta investita dalla detta luce; l'altra che nessuna luce sia riflessa od assorbita dalle lenti o spere di cui è composto l'istromento. La prima supposizione si verifica comunemente nei telescopii, impiegando degli oculari di un' amplificazione non

troppo forte, ma quasi non mai nei microscopii, i cui obbiettivi hanno per lo più delle aperture molto piccole, ed allora la chiarezza viene a diminuire, anche per quegli elementi degli oggetti i cui pennelli giungono per intero nella pupilla, nella ragione del quadrato del diametro del detto cerchietto, a quella del quadrato del diametro della pupilla. La seconda supposizione non sussiste mai in natura, perchè nessuna sostanza è perfettamente diafana o riflettente.

Gli Ottici valutano, all'incirca, ad $\frac{1}{10}$ del totale la perdita di luce nell'attraversare una lente di piccola grossezza, e ad $\frac{1}{2}$ quella nell'essere riflessa da uno specchio.

11.

Campo.

Si chiama *campo* d'uno stromento ottico la porzione dell'oggetto o degli oggetti che è visibile contemporaneamente attraverso l'istromento, e la grandezza del campo si misura coll'angolo compreso dai raggi visuali condotti dal centro di figura della prima superficie obbiettiva ai punti estremi degli oggetti ancor visibili sui confini di esso.

Per conoscere l'estensione del campo bisogna riassumere le equazioni (1) del corso di un raggio di luce, dopo che è uscito dalla superficie oculare. Quando si limita l'approssimazione alle quantità di second'ordine, e si fa uso delle riduzioni che somministra la condizione necessaria per la visione distinta, come ci viene espressa dalle formole (7) ed (8), le dette equazioni divengono

$$y = \frac{1}{P^{(2)}_{2n-1}} y_1 - \frac{1}{v_0} \left\{ P^{(2)}_{2n-2} + (x - H_n)\, v_n\, P^{(2)}_{2n-1} \right\} \frac{y_0}{\Delta_0} ,$$

$$z = \frac{1}{P^{(2)}_{2n-1}} z_1 - \frac{1}{v_0} \left\{ P^{(2)}_{2n-2} + (x - H_n)\, v_n\, P^{(2)}_{2n-1} \right\} \frac{z_0}{\Delta_0} .$$

La differenza $x - H_n$ dinota la distanza del punto (x, y, z)

da un piano condotto pel centro di figura della superficie oculare perpendicolarmente all'asse centrale. Sia la pupilla situata sull'asse medesimo alla distanza h dal detto centro: sostituendo h ad $x - H_n$, le coordinate y e z diverranno quelle del punto d'intersezione del raggio luminoso che si considera col piano passante per la pupilla e perpendicolare all'asse centrale, le quali saranno perciò espresse da

$$(23)\quad \left\{ \begin{aligned} y &= \frac{1}{\overset{(2)}{P}_{2n-1}}\, y_1 - \frac{1}{v_0}\left\{ \overset{(2)}{P}_{2n-2} + h v_n \overset{(2)}{P}_{2n-1} \right\} \frac{y_0}{\Delta_0}, \\ z &= \frac{1}{\overset{(2)}{P}_{2n-1}}\, z_1 - \frac{1}{v_0}\left\{ \overset{(2)}{P}_{2n-2} + h v_n \overset{(2)}{P}_{2n-1} \right\} \frac{z_0}{\Delta_0}. \end{aligned} \right.$$

Ciò osservato, poniamo per semplicità

$$y = r\cos\Omega \quad , \quad z = r\sin\Omega ,$$

ciò che dà

$$(24)\qquad \sqrt{y^2 + z^2} = r .$$

Poniamo parimente

$$\frac{1}{\overset{(2)}{P}_{2n-1}}\, y_1 = r_1 \cos\Omega_1 \quad , \quad \frac{1}{\overset{(2)}{P}_{2n-1}}\, z_1 = r_1 \sin\Omega_1 ,$$

d'onde risulta

$$\frac{1}{\overset{(2)}{P}_{2n-1}} \sqrt{y_1^2 + z_1^2} = r_1 ,$$

ovvero, sostituendo a $\overset{(2)}{P}_{2n-1}$ il valore equivalente, datoci dalla (15)

$$(25)\qquad \frac{c}{a}\sqrt{y_1^2 + z_1^2} = r_1 .$$

Sia per ultimo

$$\frac{P^{(2)}_{2n-2}}{v_0}\left(1 + v_n \frac{P^{(2)}_{2n-1}}{P^{(2)}_{2n-2}} h\right)\sin O = \rho\,,$$

avendo O il significato assegnatogli nell'articolo 6, cioè indicando l'angolo che il raggio visuale, condotto dal centro di figura della superficie obbiettiva al punto radiante (x_0, y_0, z_0) da cui è partito il raggio luminoso in considerazione, fa coll'asse centrale dello stromento. Sostituendo pure, nel primo membro di questa ultima posizione, a $v_n \frac{P^{(2)}_{2n-1}}{P^{(2)}_{2n-2}}$ e $P^{(2)}_{2n-2}$ i loro equivalenti, che risultano dalle equazioni (20) e (21), sarà

$$(27)\qquad l\left(1 - \frac{h}{\delta}\right)\sin O = \rho,$$

e, ritenute le altre denominazioni dell'articolo citato, le due precedenti equazioni (23) prenderanno la forma

$$r_1 \cos \Omega_1 - r \cos \Omega = \rho \cos L\,,$$
$$r_1 \sin \Omega_1 - r \sin \Omega = \rho \sin L\,;$$

dalle quali si ricava:

$$(28)\qquad \sqrt{r_1^2 - 2rr_1 \cos(\Omega_1 - \Omega) + r^2} = \rho\,.$$

Il maggior valore, che possa ricevere il primo membro di quest'equazione, sarà quello che risulterà, quando si prenda

$$\Omega_1 - \Omega = \pi\,,$$

nel mentre che i valori di r ed r_1 sono massimi.

Ora y e z essendo le coordinate di un punto qualunque della pupilla, il valore $\sqrt{y^2 + z^2}$ non potrà essere più grande della semiapertura p di essa, e dall'equazione (24) si avrà, pel

massimo valore di r

$$r=p.$$

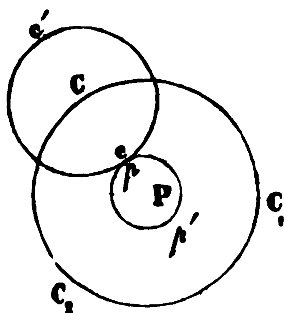
Parimenti y_1 e z_1 essendo le coordinate di un punto qualunque della superficie obbiettiva, il valore $\sqrt{y_1^2+z_1^2}$ non potrà eccedere la semiapertura a della superficie medesima, ed il massimo valore di r_1, datoci dall'equazione (25), sarà

$$r_1=c.$$

Sostituendo, per r, r_1 e $\Omega-\Omega_1$, i su indicati valori nell'equazione (28), risulta che il massimo valore di ρ verrà espresso da

(29) $$\rho=p+c.$$

Per dare una rappresentazione geometrica del significato di questa equazione, supponiamo che il piano dell'annessa figura



sia quello sunnominato, che passa pel centro P della pupilla, ed è perpendicolare all'asse centrale, che i circoletti pp' e cc' dinotino respettivamente la apertura della pupilla, e della sezione di uno dei cilindretti luminosi del Lagrange, nel quale, come si è veduto, sono compresi tutti i raggi emanati da uno stesso punto dell'oggetto: è chiaro, che la pupilla potrà cominciare a ricevere uno dei raggi compresi in questo cilindro, quan-

do il circoletto cc' sarà tangente a quello pp' da cui essa è rappresentata, vale a dire, quando il centro C della sezione cc' sarà così distante da quello P della pupilla che si abbia $PC = c + p$; e che tutti i cilindri di luce, che avranno i loro centri sulla circonferenza CC_1C_2, concentrica colla pupilla e descritta col raggio PC, saranno nello stesso caso. Da ciò conchiuderemo che tutti i punti luminosi degli oggetti che potranno inviare dei raggi per tal modo diretti, che i fasci cilindrici, da essi formati all' uscire dallo stromento, abbiano i loro assi situati sulla detta circonferenza CC_1C_2, tali punti saranno quelli che cominceranno ad essere visibili sul confine del campo.

Ora la direzione di questi punti è appunto quella che ci viene porta dall'equazione (27), quando si metta per p il precedente valore (29), e si ricavi da essa l'espressione di sin O, vale a dire, quella per la quale si ha

$$\sin O = \frac{c + p}{l\left(1 - \frac{h}{\delta}\right)} \;;$$

da cui, ponendo l'angolo in luogo del seno, lo che è lecito per la sua piccolezza, e raddoppiandone il valore, si ottiene, per esprimere il campo, la formola

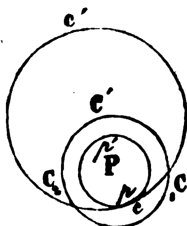
$$(30) \qquad 2\,O = \frac{\delta}{l}\,\frac{2c + 2p}{\delta - h}\,R'',$$

dinotando con R″ il raggio del circolo espresso in secondi d'arco.

Se quindi s'immagina un cono il cui vertice sia nel centro della superficie obbiettiva, il cui asse sia l'asse centrale, e la cui apotema faccia con quest'asse un angolo della grandezza del premesso valore di O, gli oggetti compresi in questo cono saranno visibili nel campo dello stromento.

Il campo così determinato è però quello in cui termina ogni barlume e comincia l'oscurità completa, perchè al limite di esso la pupilla riceve soltanto, da ciascuno dei cilindri luminosi, que' raggi che radono un'elemento del suo contorno, e la percezione del punto radiante corrispondente viene ad esse-

re minima, e molto poco sensibile. Acciò la pupilla riceva una quantità di raggi sufficienti a produrre la visione d' un punto degli oggetti colla chiarezza completa, è duopo che sia tutta investita dai raggi partiti da esso, e quindi che si trovi tutta immersa nel cilindro luminoso, che la luce emanata dal medesimo punto, forma all'uscire dall'istromento. Questa condizione cominciasi ad ottenere, quando la sezione sensibilmente circolare del detto cilindro, col piano passante per la pupilla è tangente a questa e la comprende entro di se, come vedesi nella seguente figura



nella quale gli stessi circoli sono indicati colle stesse lettere, come nella figura precedente; condizione che si esprime analiticamente prendendo nella formula (28)

$$\Omega_1 - \Omega = 0,$$

e dando ai raggi vettori r ed r_1 i loro valori massimi, cioè prendendo sempre $r = p$ ed $r_1 = c$, con che la medesima somministra

$$\rho = c - p.$$

Sostituendo quest'espressione di ρ nella (27), si troverà che l'angolo, fatto coll'asse centrale dall'apotema del cono, in cui sono contenuti gli oggetti visibili coll'intiera chiarezza, è dato da

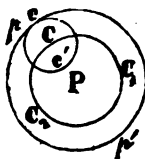
$$\sin O_e = \frac{c - p}{l\left(1 - \frac{h}{\delta}\right)},$$

e quindi, col processo seguito dianzi, che il campo corrispondente è espresso da

$$(30)' \qquad 2\,O_c = \frac{\delta}{l}\,\frac{2c-2p}{\delta-h}\,R'' .$$

Gli oggetti, compresi nello spazio fra i due coni considerati, avranno le loro immagini situate fra i due detti limiti del campo, e la chiarezza delle medesime anderà successivamente diminuendo dal limite del campo dotato della chiarezza completa sino a quello del campo della visibilità possibile.

L'ultima formola (30) suppone $c>p$, cioè che la sezione del cilindro luminoso, sotto la cui forma esce la luce inviata da un punto dell'oggetto, sia più grande della pupilla, ciò che, come abbiamo visto nell'articolo 10, deve essere, affinchè la chiarezza del punto osservato sia completa. Se fosse $c<p$, allora bisogna assumere il radicale del primo membro dell'equazione (28) con segno contrario, cioè prendere pel suo valore $p-c$; ed in questo caso sarà la detta sezione che dovrà essere tangente internamente alla pupilla, come vedesi nell'annessa figura



correlativa colle precedenti, acciò la chiarezza sia possibilmente la massima, e, cambiando il segno a $c-p$ nella premessa formola (30), il campo in questo caso sarà espresso da

$$(30)'' \qquad 2\,O_e = \frac{\delta}{l}\,\frac{2p-2c}{\delta-h}\,R'' ,$$

ma la chiarezza massima in esso sarà, come già abbiamo osservato nell'articolo precedente, minore di quella che si ha osservando ad occhio nudo l'oggetto.

Il caso di $c<p$ è il più comune nei microscopii, coi quali, illuminando fortemente gli oggetti, si può sacrificare buona parte della chiarezza per ottenere una maggiore amplificazione.

Abbiamo per semplicità supposto il centro della pupilla situato sull'asse centrale; se ne fosse un po' discosto, basterebbe considerare l'asse secondario che unirebbe il detto centro con quello della superficie obbiettiva, e projettare tanto il contorno della sezione del cilindro luminoso del Lagrange, quanto le altre linee delle figure sul piano perpendicolare a quest'asse. Le nuove projezioni, differendo soltanto di quantità di second'ordine da quelle considerate prima, conserveranno fra loro, nello stesso grado d'approssimazione, le medesime relazioni che abbiamo visto sussistere per queste, e quindi le stesse formole saranno anche applicabili al caso di una situazione poco eccentrica della pupilla, purchè il cerchio $c\,C\,c'$ non esca dall'apertura dell'oculare, e l'angolo visuale O dai limiti di quello in cui i diafragmi dello stromento permettono d'osservare gli oggetti.

Fin' ora non è stato considerato che il massimo valore relativo del campo, cioè quello corrispondente ad un dato valore di h. Si può anche domandare qual'è il valore di h a cui corrisponde un campo più esteso, vale a dire, a che distanza dalla superficie oculare si deve applicare l'occhio per iscoprire il massimo campo assoluto.

Il valore di h, che darà questo massimo, sarà quello che renderà minimo, nelle su esposte formole, il denominatore $\delta-h$. Ora il valore di h non potendo essere che positivo, perchè i valori negativi di h corrispondono a punti situati nell'interno dello stromento, ove non può essere portato l'occhio, si vede direttamente che, se l'istromento presenta l'immagine dell'obbiettivo nell'interno dello stromento, nel qual caso, secondo fu detto nell'articolo (8), δ sarà negativo, il valore di h il quale rende minimo il detto denominatore è $h=0$, ciò che ci dice, che si dovrà applicare l'occhio aderente all'oculare.

Facendo $h=o$ nelle formole (30) (30)' e (30)'', e sostituendo per l il suo valore datoci dalla (21), la grandezza del campo risulta, respettivamente secondo i tre casi, data da

$$(31)\quad 2O=\frac{2v_0(c+p)}{P^{(2)}_{2n-2}}R'',\quad 2O_c=\frac{2v_0(c-p)}{P^{(2)}_{2n-2}}R'',\quad 2O_{c'}=\frac{2v_0(p-c)}{P^{(2)}_{2n-2}}R''.$$

Se l'istromento presenta l'immagine dell'obbiettivo all'esterno dell'oculare, δ sarà positivo, ed, il denominatore divenendo nullo per $h=\delta$, ogni campo sarebbe visibile a questa distanza. Ma ciò è contrario alle supposizioni con cui furono stabilite le formole, che sono fondate sulla condizione che tanto y_0 che z_0 siano piccoli in confronto di Δ_0; quindi è che, per verificare questa condizione, si escludono i raggi troppo obliqui all'asse centrale con dei diafragmi, posti nell'interno dei tubi degli istromenti, affinchè questi raggi non arrechino confusione. D'altronde si può notare che, avendosi dalla equazione (20)

$$\delta=\frac{1}{v_0}\frac{O}{X}P^{(2)}_{2n-2},$$

il valore di δ sarà assai piccolo se l'amplificazione è grande, cosicchè basterà allontanare l'occhio di poco dalla superficie oculare per avere $h=\delta$, e quindi per iscoprire tutto il campo che i diafragmi introdotti nello stromento lasciano libero di vedere.

Speriamo che al lettore non sarà riuscito discaro d'aver trovato dimostrato in questo Capitolo, in modo diretto, generale e comprensivo, le principali proprietà di cui sono forniti i buoni istromenti ottici, nella condizione che le aperture efficaci delle lenti e le inclinazioni dei raggi luminosi all'asse centrale possano risguardarsi come quantità di second'ordine, e siano trascurabili rispetto a quelle d'ordine nullo.

CAPITOLO II.

Applicazioni.

1.

Una sola superficie.

$$n = 1$$

Per rendere più familiare l'uso delle formole, esposte nel precedente Capitolo, ci tratterremo in questo ad applicarle alla discussione delle proprietà degli stromenti più semplici, lo che ci porgerà anche occasione di accennare alcune rettificazioni di cui abbisognano certe proposizioni avanzate in varii Trattati d'Ottica.

Consideriamo dapprima una sola superficie, che supporremo riflettente e rappresentante uno specchio sferico. In questo caso, come è stato avvertito nell'articolo 2 del Capitolo I, Parte I, bisognerà porre $v_1 = -v_0$, e quindi, assumendo per unità di velocità della luce quella colla quale essa si propaga nel mezzo in cui trovasi situato lo specchio, si dovrà avere $v_1 = -1$. Le formole (6) e $(6)_1$ del Capitolo III, Parte I, ci daranno pertanto, nel grado d'approssimazione in cui stiamo

$$p_1 = -\frac{2}{\rho_1} \quad , \quad p_2 = 0 \; ;$$

e, dalle formole (I) e (II), avremo

$$P_0^{(1)} = 1 \quad , \quad P_1^{(1)} = -\frac{2}{\rho_1} \quad , \quad P_0^{(2)} = 0 \quad , \quad P_1^{(2)} = 1 \; .$$

Componendo con questi valori le espressioni di $Q_0^{(1)}$, $Q_1^{(2)}$ dateci dalle (11) del citato Capitolo, si troverà

$$Q_0^{(1)} = 1 \quad , \quad Q_1^{(1)} = -\frac{2}{\rho_1} + \frac{1}{\Delta_0} \; .$$

Preparate così le funzioni, particolari al caso, che occorrono pel calcolo delle formole della seconda Parte, esprimenti i valori generali dei varii elementi d'uno stromento, introduciamole nelle medesime.

La distanza del fuoco conjugato del punto (Δ_0, y_0, z_0) sarà data, giusta la formola (5) del Capitolo precedente, da

$$(1) \qquad \frac{1}{\Delta} = -\frac{2}{\rho_1} + \frac{1}{\Delta_0}\ ;$$

e le coordinate y e z dello stesso fuoco, forniteci dalle (6), saranno espresse da

$$(2) \qquad y = \frac{\Delta}{\Delta_0}\, y_0 \quad , \quad z = \frac{\Delta}{\Delta_0}\, z_0 \, .$$

Discutendo l'equazione (1) nel caso di uno specchio concavo pel quale ρ_1 è positivo, e dando a Δ_0 i diversi valori sott'indicati, si vedrà che quelli di Δ avranno i segni e le relazioni seguenti:

$$\text{fra } \begin{matrix} \Delta_0 = 0 \\ \Delta_0 = \frac{1}{2}\rho_1 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \Delta = + \\ \Delta > \Delta_0 \end{matrix} \right. ; \quad \text{fra } \begin{matrix} \Delta_0 = \frac{1}{2}\rho_1 \\ \Delta_0 = \rho_1 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \Delta = - \\ \Delta > \Delta_0 \end{matrix} \right. ; \quad \text{fra } \begin{matrix} \Delta_0 = \rho_1 \\ \Delta_0 = \infty \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \Delta = - \\ \Delta < \Delta_0 \end{matrix} \right.$$

Il fuoco conjugato apparirà dietro lo specchio, quando il valore di Δ ha il segno positivo, e vi starà davanti quando ha il segno negativo. Nel primo caso l'immagine del punto (Δ_0, y_0, z_0) sarà virtuale e nel secondo reale. Siccome il valore di Δ rimane lo stesso per tutti i punti situati prossimamente alla stessa distanza Δ_0, così se vi è un oggetto a questa distanza avanti lo specchio, l'immagine del medesimo si formerà dietro od avanti lo specchio, secondo che sarà Δ positivo o negativo.

Le equazioni (2) ci fanno poi vedere che i punti (Δ, y, z) della detta immagine saranno collocati dalla stessa parte dell'asse centrale o dalla parte opposta, a quella in cui sono i punti corrispondenti (Δ_0, y_0, z_0) dell'oggetto, secondo che Δ avrà segno positivo o negativo, per cui l'immagine sarà diritta e virtuale sussistendo il primo segno, e capovolta e reale sus-

sistendo il secondo. L'immagine stessa si presenterà in fine più grande o più piccola dell'oggetto, secondo che i valori di y e z saranno respettivamente maggiori o minori di y_0 e z_0, cioè secondo che sarà $\Delta >$ ovvero $< \Delta_0$.

Se lo specchio fosse convesso, e quindi il valore di ρ fosse negativo, quello di Δ risultante dall'equazione (1) sarebbe costantemente positivo e minore di Δ_0. In questo caso l'immagine sarà sempre diritta, virtuale e minore dell'oggetto.

Le proprietà degli specchi sferici si trovano abbastanza sviluppate nei Trattati di Fisica, e non ci distenderemo maggiormente su questo argomento, il nostro scopo essendo stato quello di dare un esempio del come devono essere interpretati i segni che prendono i valori delle quantità impiegate, e quelli che ci sono forniti dalle nostre formole analitiche.

In generale, la superficie essendo unica, sia essa riflettente o ben rifrangente, dalle formole del Capitolo III, Parte I, posto $n = 1$, si avrà

$$p_1 = \frac{1}{\rho_1}\left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_0}\right)$$

$$P_1^{(1)} = p_1 \qquad P_1^{(2)} = 1,$$

$$Q_1^{(1)} = p_1 + \frac{1}{v_0\Delta_0} \qquad Q_1^{(2)} = 1;$$

e la formola (3) del Capitolo I ci darà

$$\frac{1}{\Delta} = -\left(1 - \frac{v_1}{v_0}\right)\frac{1}{\rho_1} - \frac{v_1}{v_0}\,\frac{1}{\Delta_0}.$$

Quando i raggi incidenti giungessero paralleli alla superficie si avrebbe $\Delta_0 = \infty$, e la distanza conjugata Δ diverrebbe quella che gli Ottici chiamano la distanza focale principale o lunghezza focale. Dinotandola con F si avrebbe quindi

$$(3) \qquad \frac{1}{F} = -\left(1 - \frac{v_1}{v_0}\right)\frac{1}{\rho_1} = -v_1 p_1$$

e la precedente equazione prenderebbe la forma

$$(4)\qquad \frac{1}{\Delta}=\frac{1}{F}-\frac{v_1}{v_0}\frac{1}{\Delta_0}\,.$$

Parimente si avrebbe

$$Q_1^{(1)}=-\frac{1}{v_1 F}+\frac{1}{v_0\Delta_0}$$

per cui le (4) ci darebbero

$$(5)\qquad y=\frac{v_1 F}{v_1 F-v_0\Delta_0}\,y_0\quad,\quad z=\frac{v_1 F}{v_1 F-v_0\Delta_0}\,z_0\,.$$

2.

Due superficie.

$n=2$

Passiamo ora al caso di due superficie, supponiamo cioè $n=2$. Sostituendo nell'equazione (5) del Capitolo I per $Q_2^{(1)}, Q_2^{(1)}$ le loro espressioni, dateci dalle (11) del Capitolo III, Parte I, ed aggiungendo e sottraendo dal secondo membro la quantità $\frac{P_3^{(1)}}{P_2^{(1)}}$, si troverà, colle riduzioni che somministra la (3) del Capitolo IV della detta Parte

$$\frac{1}{\Delta}=-v_2\frac{P_3^{(1)}}{P_2^{(1)}}-\frac{v_2}{v_0}\frac{1}{P_2^{(1)}Q_2^{(1)}}\frac{1}{\Delta_0}\,.$$

La distanza conjugata Δ, corrispondente a $\Delta_0=\infty$, cioè la *lun-*

hezza focale, sarà data da

$$(6) \qquad \frac{1}{F} = - v_2 \frac{P_2^{(1)}}{p_2^{(1)}}$$

e quindi, risalendo alla precedente, avremo

$$(7) \qquad \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{F} - \frac{v_2}{v_0} \frac{1}{P_2^{(1)} Q_2^{(1)}} \frac{1}{\Delta_0} .$$

Osservando per ultimo, che, coll'eliminare, per mezzo della precedente, $P_2^{(1)}$ dall'espressione sopra citata di $Q_2^{(1)}$, si ha

$$Q_2^{(1)} = - \frac{P_2^{(1)}}{v_2 F} + \frac{P_2^{(2)}}{v_0 \Delta_0} ,$$

dalle (4) dell'antecedente Capitolo si ricaverà

$$(8) \quad y = \frac{v_2 F}{v_2 P_2^{(2)} F - v_0 P_2^{(1)} \Delta_0} y_0 \quad , \quad z = \frac{v_2 F}{v_2 P_2^{(2)} F - v_0 P_2^{(1)} \Delta_0} z_0 .$$

Applichiamo queste formole al caso che le due superficie racchiudano un mezzo dotato d'un poter rifrangente maggiore di quello dell'ambiente, come avviene quando si fa uso d'una lente di cristallo immersa nell'aria atmosferica. La velocità v_0 di propagazione della luce nell'ambiente essendo presa per unità, e quella del mezzo fra le due superficie essendo stata indicata con v_1 nelle formole generali, la velocità v_1 rappresenterà, giusta l'equazione (8) del Capitolo I, Parte I, il valore inverso di ciò che i Fisici chiamano, *l'indice di rifrazione*. Di più, il raggio luminoso, all'uscire dalla lente, rientrando nell'aria atmosferica, si avrà di nuovo $v_2 = 1$, e, colla sostituzione di questi tre valori, le formole (6) e $(6)_1$ del Capitolo III, Parte I,

in cui siasi fatto $\beta=\gamma=1$, ci daranno

$$p_1=\frac{1}{\rho_1}\left(\frac{1}{v_1}-1\right)\quad,\quad p_2=v_1 h_1\quad,\quad p_3=\frac{1}{\rho_2}\left(1-\frac{1}{v_1}\right)\ .$$

Per mettere queste espressioni sotto una forma, che dipenda da quantità le quali già hanno ricevuto una denominazione nell'Ottica, poniamo

$$(9)\qquad \phi_1=-\frac{1}{\rho_1}\left(1-\frac{v_1}{v_0}\right)\quad,\quad \phi_2=-\frac{1}{\rho_2}\left(1-\frac{v_1}{v_2}\right)\ ;$$

ϕ_1 e ϕ_2 dinotando, come si rileva dalla formola (3), i valori inversi delle distanze focali principali respettive delle due superficie, nel caso che un raggio di luce passasse dal mezzo, con cui la rispettiva superficie è in contatto, nella sostanza della lente; valori, ai quali si è dato il nome di *poteri rifrattivi delle superficie* (*). Con queste posizioni si avrà quindi

$$(10)\qquad \left\{\begin{aligned} &p_1=-\frac{1}{v_1}\phi_1\quad,\quad p_3=\frac{1}{v_1}\phi_2\\ &p_1p_2=-\phi_1 h_1\quad,\quad p_2p_3=\phi_2 h_1\\ &p_1+p_3=-\frac{1}{v_1}(\phi_1-\phi_2)\ ;\end{aligned}\right.$$

colle quali espressioni, componendo le funzioni P e Q, dateci dalle formole (I) (II), ed (11) del citato Capitolo, si troverà facilmente

$$P_2^{(1)}=1-\phi_1 h_1\quad,\quad P_2^{(2)}=v_1 h_1\quad,\quad P_3^{(2)}=1+\phi_2 h_1\ ,$$

$$Q_2^{(1)}=1-\phi_1 h_1+v_1 h_1\frac{1}{\Delta_0}\ .$$

Osservando di più che si ha

$$\frac{P_3^{(1)}}{P_2^{(1)}}=\frac{p_1+p_3+p_1p_2p_3}{1+p_1p_2}=p_1+p_3-\frac{p_1^2p_2}{1+p_1p_2}\ ,$$

(*) Herschel. *Treatise on light*. Art. 242, 243.

sostituendo per le p e pei loro prodotti le surriferite espressioni, da questa e dalle (6) risulterà

$$(6)' \qquad \frac{1}{F} = \frac{1}{v_1}(\phi_1 - \phi_2) + \frac{\phi_1{}^2 h_1}{1 - \phi_1 h_1} :$$

indi, introducendo nelle formole (7) ed (8) questo valore di F, e quelli di $P_2^{(1)}$, $Q_2^{(1)}$, $P_2^{(2)}$ dati sopra, avremo, per determinare le coordinate del fuoco conjugato della lente, le tre espressioni

$$(7)' \qquad \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{F} - \frac{1}{(1-\phi_1 h_1)\left(1-\phi_1 h_1 + v_1 \frac{h_1}{\Delta_0}\right)} \frac{1}{\Delta_0} .$$

$$(8)' \; y = \frac{F}{(1+\phi_2 h_1)F - (1-\phi_1 h_1)\Delta_0} y_0 \, , \; z = \frac{F}{(1+\phi_2 h_1)F - (1-\phi_1 h_1)\Delta_0} z_0 .$$

Queste formole tengono conto della grossezza h_1 della lente, ciò che può essere utile in varii casi: se si trascurasse questa grossezza come piccola di second'ordine, esse si ridurrebbero a

$$(6)'' \qquad \frac{1}{F} = \left(\frac{1}{v_1} - 1\right)\left(\frac{1}{\rho_2} - \frac{1}{\rho_1}\right),$$

$$(7)'' \qquad \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\Delta_0},$$

$$(8)'' \quad y = \frac{F}{F-\Delta_0} y_0 = -\frac{\Delta}{\Delta_0} y_0 \quad , \quad z = \frac{F}{F-\Delta_0} z_0 = -\frac{\Delta}{\Delta_0} z_0 ,$$

che sono quelle comunemente usate.

Discutendo la formola (7)'', in modo analogo a quello, che abbiamo seguito rispetto alla formola (1) appartenente agli specchi, si deduce facilmente, che, se il valore di F è positivo, nel qual caso la lente dicesi *convergente*, e si distingue pel carattere geometrico d'essere più grossa nel mezzo che verso i bordi, l'immagine di un punto luminoso da essa formata è virtua-

le, situata dalla stessa parte della lente e dell'asse centrale, ma più lungi dall'una e dall'altro del detto punto, fintanto che la distanza Δ_0 di questo è minore di F; che essa è reale, e situata dalla parte della lente e dell'asse centrale opposta a quella in cui stà il punto luminoso, e più discosta, se la distanza Δ_0 di questo è compresa fra F e 2F; e finalmente che essa si mantiene pure reale, e dalla parte opposta della lente e dell'asse centrale in cui è situato il punto, ma si forma a minore distanza, se quella Δ_0, a cui stà il medesimo, è maggiore di 2F.

Se poi la lunghezza focale F è negativa, la lente prende il nome di *divergente*, e si distingue pel carattere geometrico d'essere più sottile nel mezzo che ai bordi. L'immagine di un punto luminoso, formata da una tal lente, è sempre virtuale, e situata dallo stesso lato di essa e dell'asse centrale in cui stà il punto, ed è sempre più accosta all'una ed all'altro che non è questo.

Conoscendo la situazione dell'immagine di un punto qualunque, è facile di riconoscere quale sarà la specie, la situazione e grandezza dell'immagine totale d'un oggetto.

3.

Assi dei pennelli luminosi; centro ottico di una lente.

Giova ora che portiamo la nostra considerazione sopra alcune particolarità che gli Ottici hanno notato per semplicizzare la teoria delle lenti.

Chiameremo asse del pennello dei raggi luminosi, che, emanati da un punto radiante, investono una lente, la linea percorsa da quel raggio, il quale, propagandosi in un piano passante pell'asse centrale della medesima, entra ed esce da essa parallelo a se stesso, se la lente è immersa in uno stesso mezzo, ovvero, se le sue superficie anteriore e posteriore sono in contatto con due mezzi diversi, dal raggio, che esce dalla lente parallelo alla direzione che avrebbe, se passasse immediatamente da uno all'altro degli stessi mezzi, separati da un piano perpendicolare al detto asse centrale.

Ciò posto, assumiamo le prime tre equazioni del sistema (8), dato nel Capitolo III, Parte I, ed applichiamole a rappresentare le projezioni del corso del raggio, che attraversa la lente come asse del pennello.

Quest'asse essendo, come il raggio che lo percorre, situato in un piano passante per l'asse centrale, potremo prendere l'asse delle y, la cui direzione è rimasta arbitraria, nel piano medesimo. In tal caso i valori di tutte le coordinate z, e dei coseni degli angoli Z saranno nulli, e le equazioni, appartenenti alla projezione del raggio sul piano xz, fra queste coordinate ed i respettivi coseni, spariranno per l'annichilamento di tutti i termini, e non rimarranno che quelle spettanti alla projezione sul piano delle coordinate x, y, che, giusta le formole (5) e le posizioni (3) del Capitolo III Parte I, sono date da

$$(11)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\cos \mathrm{Y}_1}{v_1} &= p_1 y_1 + \frac{\cos \mathrm{Y}_0}{v_0}\,, \\ y_2 &= p_2 \frac{\cos \mathrm{Y}_1}{v_1} + y_1\,, \\ \frac{\cos \mathrm{Y}_2}{v_2} &= p_3 y_2 + \frac{\cos \mathrm{Y}_1}{v_1}\,. \end{aligned}\right.$$

Eliminando, per mezzo della prima, $\frac{\cos \mathrm{Y}_1}{v_1}$ dalle due seguenti, si ricava

$$(12)\qquad \left\{\begin{aligned} y_2 &= (p_2 p_1 + 1)\, y_1 + p_2 \frac{\cos \mathrm{Y}_0}{v_0}\,, \\ \frac{\cos \mathrm{Y}_2}{v_2} &= p_3 y_2 + p_1 y_1 + \frac{\cos \mathrm{Y}_0}{v_0}\,. \end{aligned}\right.$$

Secondo la definizione dell'asse del pennello luminoso data sopra, il cammino del raggio, che determina quest'asse, sarà dato dalla condizione che si abbia

$$(13)\qquad \frac{\cos \mathrm{Y}_2}{v_2} = \frac{\cos \mathrm{Y}_0}{v_0}\,.$$

Infatti, essendo il piano delle x, y quello in cui tale raggio è situato, avremo in generale, giusta le equazioni (11) poste nel Capitolo I, $\cos E = 1$,

$$\cos Y_2 = \sin X_2 \quad , \quad \cos Y_0 = \sin X_0 \ ,$$

e quindi, sostituendo questi valori nella precedente, risulterà questa relazione

$$(14) \qquad \frac{\sin X_2}{\sin X_0} = \frac{v_2}{v_0} \ ,$$

che esprime appunto la condizione, secondo cui deve rifrangersi il raggio, per essere quello che determina l'asse del pennello luminoso.

L'equazione (13) esige, che nella seconda delle (12) sia

$$p_3 y_2 + p_1 y_1 = 0 \ ;$$

ed a questa aggiungendo la prima, da cui siasi eliminato $\cos Y_1$ colla

$$\cos Y_0 = \frac{y_1 - y_0}{\Delta_0} \ ,$$

si hanno due equazioni fra y_1 ed y_2, spettanti all'asse del pennello luminoso, dalle quali si ricavano per le coordinate dei punti, in cui esso incontra le due superficie della lente, i seguenti valori

$$y_1 = \frac{v_1}{v_0} \frac{y_0}{\Delta_0} \frac{p_3}{p_1 + Q_2^{(1)} p_3} h_1 \ , \ y_2 = - \frac{v_1}{v_0} \frac{y_0}{\Delta_0} \frac{p_1}{p_1 + Q_2^{(1)} p_3} h_1 \ ;$$

ovvero, introducendo per $\frac{y_0}{\Delta_0}$, per p_1, p_3, e per p_2, respettivamente il seno dell'angolo O definito coll'equazione (10) del Capitolo I, i poteri refrattivi delle superficie della lente espres-

i dalle (10), ed il valore di p_2 dato nel principio dell'artico-
o 2,

$$(15)\quad y_1 = -\frac{v_1}{v_0}\frac{\phi_2 \sin O}{\phi_1 - Q_2^{(1)}\phi_2} h_1 \quad , \quad y_2 = -\frac{v_1}{v_0}\frac{\phi_1 \sin O}{\phi_1 - Q_2^{(1)}\phi_2} h_1 \, .$$

Le quantità sin O ed h_1 essendo, nelle condizioni dei sistemi ottici che consideriamo, respettivamente di primo e second'ordine, le precedenti formole ci mostrano, che i valori delle coordinate y_1 ed y_2 sono piccoli di terz'ordine, lo che ci fa vedere, che gli assi dei pennelli luminosi traversano la lente in grande vicinanza dell'asse centrale.

Se dinotiamo con x_1 ed x_2 le ascisse corrispondenti alle coordinate y_1 ed y_2, dalle formole dell'articolo 3 del Capitolo I, Parte I, si rileva che, trascurando soltanto delle quantità di sest'ordine, si ha

$$(16)\qquad x_2 - x_1 = h_1 \, .$$

Coi valori delle coordinate y_1 ed y_2 e di questa differenza è facile d'esprimere l'equazione, che rappresenta la porzione dell'asse del pennello compresa nell'interno della lente, poichè, prendendo l'origine delle coordinate nel centro di figura della prima superficie di essa, tale equazione è data da

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\, x + y_1 \, .$$

Se si pone in questa $y=0$, l'ascissa x nel secondo membro corrisponderà a quella del punto, in cui l'asse del pennello luminoso taglia l'asse delle x, o l'asse centrale. Dinotandola con x', il suo valore ci sarà dato da

$$x' = -\frac{y_1}{y_2 - y_1}(x_2 - x_1) \, ,$$

ovvero, sostituendovi per y_1, y_2 ed $x_2 - x_1$ quelli sopra riferi-

ti, da

$$(17) \qquad x' = -\frac{\phi_2}{\phi_1 - \phi_2} h_1 .$$

Questo valore di x', essendo risultato indipendente dalle coordinate y_0, z_0 del punto raggiante, ci prova, che, se la lente è investita da più pennelli luminosi, emanati da punti diversi, tutti gli assi di questi pennelli intersecano l'asse centrale in uno stesso punto. Ad un tal punto si è quindi dato il nome di *centro ottico* della lente.

Volendo avere l'ascissa del centro ottico partendo da quello di figura della seconda superficie della lente, chiameremo x'' quest'ascissa; ed osservando, che essa è data da $x' - h_1$, si troverà, colla sostituzione del precedente valore di x', che si ha

$$(18) \qquad x'' = -\frac{\phi_1}{\phi_1 - \phi_2} h_1 .$$

I valori delle coordinate x', y_1, x'', y_2, e dei due angoli X_0 ed X_2, il primo dei quali può ottenersi dalla formola

$$\tan X_0 = \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1} ,$$

ed il secondo da quella segnata (14), sono sufficienti per farci conoscere l'andamento dell'asse del pennello luminoso, che parte da un punto radiante corrispondente alle coordinate x_0 ed y_0, poichè offrono gli elementi necessarii, per formare le tre equazioni corrispondenti alle tre parti della linea spezzata, che compongono il detto asse. Queste tre equazioni, riferite al centro ottico della lente, preso per origine delle coordinate, sono, come rilevasi facilmente, espresse dalle seguenti

$$(19) \quad \frac{y-y_1}{\sin X_0} = \frac{x+x'}{\cos X_0} \;,\quad \frac{y}{y_2-y_1} = \frac{x}{x'-x''} \;,\quad \frac{y-y_2}{\sin X_2} = \frac{x+x''}{\cos X_2} ;$$

la prima delle quali appartiene alla porzione dell'asse del pennello incidente, la seconda alla porzione compresa fra le due

(*continua*)

SOPRA I SUONI PRODOTTI DALLA COMBUSTIONE DEI GAS NELL'INTERNO DEI TUBI; DEL PROF. T. TYNDALL.

(*Philosophical Magazine. Supplement, Luglio* 1857).

Traduzione.

Il primo volume del giornale di Nicholson, pubblicato nel 1802, riporta che i suoni prodotti dalla combustione dell'idrogeno nell'interno dei tubi, sono stati scoperti in Italia. Il Dott. Higgins, nello stesso volume, mostra che egli ha osservato questo fenomeno nell'anno 1777, studiando la formazione dell'acqua in un vaso di vetro per mezzo della combustione lenta di un piccolo getto d'idrogeno. Chladni, nella sua *Acoustique*, pubblicata nel 1802, pagina 74, dice che questi suoni sono stati menzionati, ma imperfettamente spiegati, da De Luc nelle sue *Idées sur la météorologie*. Chladni ha mostrato che i suoni prodotti sono identici a quelli di una canna aperta, della stessa lunghezza del tubo in cui si trovi la fiamma ed è pure riuscito ad ottenere con uno stesso tubo, una nota e la sua ottava, e di più per una volta anche la quinta dell'ottava. In una memoria pubblicata nel *Journal de physique* nel 1802, G. De La Rive cercò di render conto di questi suoni, attribuendone la causa alla condensazione ed all'espansione alternativa del vapore acqueo, fondando la sua opinione sopra una serie di esperienze altrettanto ingegnose quanto eleganti. Nel 1818 Faraday riprese questo soggetto, e mostrò che i suoni venivano prodotti ancora quando i tubi di vetro erano circondati da un'atmosfera riscaldata sopra a 100° C. Una nuova riprova che essi non sono dovuti al vapore acqueo, si è che possono esser prodotti dalla combustione dell'ossido di carbonio. Faraday spiega questo fenomeno come dovuto ad una serie di successive esplosioni prodotte dalla combinazione periodica dell'ossi-

geno dell'aria con l'idrogeno. È questa, senza alcun dubbio, la vera origine di questi suoni. Per quel che io sappia, non è stato fin'ora rimarcato che l'elevazione della nota prodotta dipende dalla dimensione della fiamma. Comincerò dunque ad occuparmi di ciò.

Fu collocato un tubo di 25 pollici di lunghezza sopra un getto d'idrogeno acceso; il suono prodotto era il suono fondamentale del tubo.

Con un tubo di 12 $\frac{1}{2}$ pollici, situato sulla stessa fiamma, non si ottenne alcun suono.

La fiamma fu rimpiccolita il più che era possibile, ed allora quest'ultimo tubo produsse una nota chiara e melodiosa, che era l'ottava di quella ottenuta col tubo di 25 pollici.

Il tubo di 25 pollici fu di nuovo collocato sulla fiamma; esso non dette più il suono fondamentale, ma esattamente la stessa nota del tubo di 12 $\frac{1}{2}$ pollici, metà più corto.

Vedesi dunque che, quantunque la rapidità con la quale l'esplosioni si succedono le une alle altre dipenda dalla lunghezza del tubo, la fiamma entra pure in qualche modo nel resultato, e che per produrre un suono musicale, la dimensione deve essere tale, che l'esplosioni si succedano all'unisono delle vibrazioni, sia della nota fondamentale, sia di uno dei suoni armonici.

Con un tubo di 6 piedi e 9 pollici di lunghezza, facendo variare la dimensione della fiamma e modificando la profondità alla quale viene situata nel tubo, ho ottenuto una serie di suoni nel rapporto dei numeri 1, 2, 3, 4, 5.

Tali esperienze provano la natura capricciosa dei suoni ottenuti qualche volta, nell'esperienze che si fanno nei corsi. Si possono frattanto produrre in ogni caso dei suoni chiari e dolci, adattando in modo conveniente la grandezza della fiamma alla lunghezza dei tubi (1).

(1) Con un tubo di 14 pollici di lunghezza ed un getto eccessivamente debole di gas, ho ottenuto, senza cangiare la quantità di gas, una nota e la sua ottava; la fiamma possiede la facoltà di mutare le sue proprie dimensioni per produrre i due suoni.

Dopo l'esperienze di Faraday, se io non m'inganno, questo soggetto è restato allo stesso punto, fino ad una recentissima pubblicazione. In uno degli ultimi numeri degli *Annali di Poggendorff*, Schaffgotsch ha descritto un' esperienza interessante, che ha dato luogo a qualche osservazione del Prof. Poggendorff stesso. Producendo un suono musicale con un getto ordinario di gas da illuminazione, si è trovato che ripetendo con la voce la stessa nota, la fiamma prende un movimento vivo il quale può aumentarsi fino ad estinguerla. Schaffgotsch non descrive le condizioni necessarie per il buon' esito di questa esperienza ed è nel cercare di ripeterla che ho trovato i fatti che formano il soggetto principale di questa nota. Farò osservare che si può essere sicuri di ottenere il resultato di Schaffgotsch, facendo uscire il gas sotto una sufficiente pressione da un piccolissimo foro.

Nelle mie prime esperienze mi son servito di un becco di ottone, di 10 $\frac{1}{2}$ pollici di lunghezza e con un orifizio di $\frac{1}{20}$ di pollice di diametro. Riproducendo con la voce la nota conveniente, l'oscillazione della fiamma nel tubo di vetro era così forte, che più di cento persone poterono alla lor volta osservarla.

A due o tre piedi di distanza dalla fiamma sonora ho situato una sirena, ed ho gradatamente elevata la nota che essa produceva. Quando il suono della fiamma e della sirena si avvicinavano all'unisono, la fiamma oscillava, elevandosi ed abbassandosi alternativamente nel tubo. L'oscillazione diveniva più lenta a misura che l'unisono diveniva più perfetto; quando si era esattamente raggiunto, il movimento cessava nell'istante. Rendendo il suono della sirena più acuto, esso movimento della fiamma ricominciava, le oscillazioni divenivano sempre più rapide, fino a non esser più percettibili all'occhio.

Questa esperienza mostra che le oscillazioni osservate da Schaffgotsch non sono che la manifestazione ottica dei *battimenti* che si producono quando le due note sono prossime all'unisono; si può intendere come accadano i battimenti in concordanza esatta con gli allungamenti e le diminuzioni del-

la fiamma. Ciò che è vero per la sirena lo è pure per la voce.

Variando e ripetendo quest'esperienze mi è accaduto una volta, con mia grande sorpresa, di osservare il fatto, che una fiamma la quale non produceva alcun suono bruciando in un tubo, venne immediatamente a produrlo, dando io con la voce la nota del tubo. Ponendo i diti sull'estremità del tubo, arrestai il suono, ed ottenni lo stesso resultato ricominciando l'esperienza.

Situai allora la sirena nel modo stesso di prima, presso la fiamma che bruciava silenziosamente nel tubo. Facendo gradatamente salire il suono della sirena, a partire dalle note più gravi, al momento in cui il suono raggiunse quello del tubo entro cui si trovava la fiamma, questa cominciò ad allungarsi ed a produrre un suono persistente indefinitamente dopo di aver tolto di azione la sirena.

Col becco che ho descritto ed un tubo di vetro di 12 pollici di lunghezza, e di $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ di pollice di diametro, è facilissimo di ottenere questo resultato. Se si rende una nota un poco più alta o un poco più bassa del suono del tubo, non si produce nessun effetto visibile sulla fiamma. Bisogna essere assai prossimi all'unisono onde possano distinguersi i battimenti. Variando la lunghezza del tubo, il suono fondamentale varia, e bisogna naturalmente modificare la voce per produrre quest'effetto.

Le oscillazioni delle fiamme di cui ho già parlato sono in coincidenza perfetta con i battimenti, e le medesime si producono benissimo con un corista che renda la stessa nota della fiamma. Aggravando il corista in modo da allontanarsi un poco dall'unisono, si riconosce che le oscillazioni della fiamma sono in perfetto accordo con i battimenti. Collocando il corista avanti ad un apparecchio di rinforzo, si possono far vedere le oscillazioni della fiamma e sentire i battimenti a più centinaja di persone alla volta. Modificando un poco il suono del corista, si fa variare il numero dei battimenti e contemporaneamente quello delle oscillazioni della fiamma.

Ho ottenuto col corista lo stesso resultato che con la vo-

ce o la sirena. Avendo una fiamma che bruci tacitamente in un tubo, si produce immediatamente il suono avvicinandovi un corista che renda la nota del tubo. Sono giunto a questo resultato con una serie di tubi di 10 ½ a 29 pollici di lunghezza. Si può pure fare la seguente esperienza: disporre una serie di tubi capaci di produrre le note della gamma, su dei becchi accesi, ma in modo che non si abbia alcun suono; poi ottenere una gamma con un istrumento sufficientemente sonoro, collocato alla distanza di 20 o 30 metri ed a ciascuna nota che si ottiene, far cominciare il suono nel tubo corrispondente.

Devo frattanto fare osservare che col becco di cui mi sono servito, l'esperienza è più comoda con un tubo di 11 o 12 pollici; con dei tubi più lunghi, è più difficile d'impedire che il suono si produca spontaneamente, senza un eccitamento esterno.

Ecco dove giova fare attenzione per riuscirvi. Con un tubo di 12 pollici, per esempio, la fiamma deve essere introdotta ad una certa profondità per produrre il suono col massimo d'intensità. Introducendolo ad una profondità un poco minore, l'intensità del suono è meno grande, e continuando a ritirare la fiamma, si può raggiungere un punto, A, in cui il suono cessi del tutto. La fiamma può bruciare silenziosamente ad una certa distanza al di sopra di questo punto; ma in tal caso, se si eccita con la voce, si fa tosto venir fuori il suono.

Quando la fiamma è troppo ravvicinata al punto A, la voce o il corista determinano bene la produzione del suono, ma non persiste che un istante. Un poco al di sopra di questo punto, la fiamma brucia silenziosa se non è eccitata, ma una volta che il suono sia cominciato non s'interrompe più. Con una fiamma situata in modo da non esser troppo sensibile agli eccitamenti esterni, ho potuto invertire l'effetto ora descritto, e far cessare a piacere il suono col suono della mia voce o di un corista, senza necessità di spegnere la fiamma. In tal modo si può rendere una fiamma obbediente alla voce e farla parlare o tacere a volontà.

Battendo semplicemente le mani, producendo un' esplo-

sione, facendo ripercuotere un suono che non sia all'unisono, scuotendo il tubo che inviluppa la fiamma, non si ottiene lo stesso resultato se non si opera convenientemente. Ciascuno di questi modi di perturbazione influenzano senza dubbio la fiamma; ma le impulsioni non si accumulano, come nel caso in cui producesi la nota del tubo. Pare che la fiamma sia sorda ad una sola impulsione, come lo sarebbe probabilmente il timpano; vi occorre quindi una serie d' impulsioni per darle un moto assai risentito. Basta la differenza di un mezzo tuono fra due coristi, perchè uno di essi e non l'altro possa far rendere il suono alla fiamma.

Ho detto che deve prodursi con la voce la nota del tubo che circonda la fiamma, ma sarebbe più esatto il dire, la nota prodotta dalla fiamma quando dà un suono. In ogni caso, questa nota è sensibilmente più alta di quella che è resa dal tubo aperto quando non contiene la fiamma; allora infatti la temperatura della colonna vibrante è meno elevata. Un tubo aperto, per esempio, il quale, quando al di sopra di una delle sue estremità si faccia vibrare un corista, dà un *maximum* di rinforzo, produce con la fiamma, una nota più alta di quella del corista. Per ottenere questa ultima nota, bisogna allungare sensibilmente il tubo.

Qual' è la costituzione della fiamma di un gas nel tempo che produce dei suoni musicali? Questa è la questione su cui desidero adesso di attirare l'attenzione. Veduta ad occhio nudo, la fiamma sonora sembra costante; ma questa costanza è essa reale? Se noi supponiamo che ciascuna vibrazione sia accompagnata da un cangiamento fisico della fiamma, l'occhio nudo non lo potrà percepire, per via della rapidità con cui le vibrazioni si succedono e la luce della fiamma sembrerà continua, per la stessa ragione che la parte torba di una vena liquida sembra continua, quantunque si possa con dei mezzi opportuni riconoscere che questa parte della vena è composta di goccie isolate. Se noi facciamo rapidamente passare su differenti porzioni di retina l'immagine della fiamma, i cangiamenti che accompagnano le impulsioni periodiche si manifestano col carattere dell' immagine così tracciata.

Ho preso un tubo di vetro di 3 piedi e 2 pollici di lunghezza, e di 1 $\frac{1}{4}$ pollice circa di diametro interno; ponendolo sopra una piccolissima fiamma di gas idrogene bicarbonato (anche del gas ordinario soddisfarebbe allo scopo), ho ottenuto la nota fondamentale del tubo: movendo la testa avanti e indietro l'immagine della fiamma sonora si separa in una serie d'immagini distinte; la distanza fra le immagini è relativa alla rapidità del moto della testa. È ancora più facile d'ottenere così la separazione delle immagini, servendosi di un tubo di 6 piedi e 9 pollici di lunghezza e di una fiamma più grande.

Ma la maniera più comoda di osservare consiste a impiegare uno specchio: in tal modo si può vedere la fiamma o direttamente sullo specchio o per projezione sopra un diaframma. Si pone una lente di 33 centimetri di fuoco avanti ad una fiamma di gas ordinario, di un pollice circa di altezza, ed un diaframma di carta è sospeso a 6 o 8 piedi circa dietro la fiamma stessa. Al davanti della lente si dispone un piccolo specchio il quale riceve la luce che traversa la lente e la riflette sul diaframma. Si colloca la lente in modo da ottenere sul diaframma un' immagine della fiamma rovesciata e ben netta. Mettendo lo specchio in moto, l'immagine cambia di posto ed a causa della persistenza delle impressioni sulla retina, si ottiene una traccia luminosa continua quando il movimento è rapido.

Lasciando immobile lo specchio, e ponendo sulla fiamma il tubo di 6 piedi e 9 pollici, essa cambia di forma nel momento in cui comincia il suono, ma l'immagine resta distintissima sul diaframma. Si produce un effetto totalmente differente mettendo allora in movimento lo specchio: invece di una traccia luminosa continua, si osserva una serie d'immagini distinte della fiamma sonora. La distanza delle immagini separate varia col movimento dello specchio; e per conseguenza si può giungere a formare una catena d'immagini facendo girare convenientemente il piano riflettente. L'esperienza è bellissima e può essere resa visibile ad una numerosa assemblea in una camera oscura.

L'esperienza è stata ripetuta con qualche modificazione.

Si è ricoperto con dei pezzi rettangoli di vetro saldato, un prisma triangolare di legno; questo si è sospeso per mezzo di un filo avente il suo asse verticale; poi torcendo il filo, il prisma per la forza della torsione si mette in rotazione. Le sue tre faccie ricevendo successivamente i raggi di luce diretti dalla fiamma attraverso la lente che le stà innanzi, ne projettano l'immagine sul diaframma. Allorchè il suo movimento comincia, le immagini sono soltanto leggiermente separate, ma la distanza aumenta sempre più a misura che la velocità si avvicina al suo massimo. Passato questo punto, le immagini si ravvicinano successivamente e finiscono per prendere l'apparenza di una specie di effervescenza (ripple) luminosa. La torsione agendo di nuovo in senso opposto, si riproduce la stessa serie di effetti con un movimento in senso opposto. In queste esperienze, la metà del tubo che era rivolta verso il diaframma era ricoperto di nero fumo, onde impedire la luce diretta che la fiamma avrebbe projettato sul diaframma stesso (1).

Ma qual'è lo stato della fiamma nell' intervallo che separa le due immagini? La fiamma del gas ordinario, o dell'idrogeno bicarbonato deve il suo splendore alle particelle solide di carbonio che contiene. Se si soffia contro un getto di gas acceso, si sente un suono, e una piccola esplosione che ha luogo, e nello stesso tempo accade talvolta che lo splendore sparisce. Nelle serate in cui tira vento, i becchi del gas nei magazzini sono quasi sempre privi del loro splendore, e bruciano con una fiamma azzurra. Parimente la corrente d'aria d'un cannello ordinario, priva il gas da illuminazione nel tempo che brucia, della sua luce brillante. Concludo quindi che le esplo-

(1) Dopo di aver fatto quest'esperienze, il sig. Wheastone ha attirato la mia attenzione sul passo seguente, il quale prova che esso per il primo ha fatto uso di uno specchio in rotazione per esaminare la fiamma sonora: « Una fiamma di gas idrogeno bruciando all'aria libera presenta un circolo continuo nello specchio; ma quando essa rende un suono in un tubo di vetro; vi si osserva un' intermittenza d' intensità che produce l'apparenza di una catena, ed indica nella fiamma delle contrazioni e delle dilatazioni alternative corrispondenti alle vibrazioni sonore della colonna d'aria ». (Philosoph. Transact. 1834, pag. 586).

sioni, le quali col ripetersi producono il suono musicale, rendono, al momento in cui esse si effettuano, la combustione assai perfetta per consumare le particelle solide di carbonio; ma io pensava che esaminandone meglio l'immagine sul diaframma, si vedrebbe che esse sono riunite da una tinta azzurra la quale non è visibile nell'esperienze di projezione a causa della sua debole intensità. Ciò è quel che infatti ha luogo nella maggior parte delle esperienze.

Era per conseguenza lontano dall'attendere il seguente resultato. Mi sono procurato una fiamma d'idrogene bicarbonato la più piccola possibile. Ho disposto il tubo di 3 piedi e due pollici: la fiamma si è allungata nell'atto di produrre il suono, ed ha perduto un poco della sua chiarezza, tuttavia è restata brillante alla sua sommità, e osservandola nello specchio in movimento, si vedeva una linea analoga ad una corona di una gran bellezza. Il centro di ciascun elemento della corona era formato di una piccola stella luminosa; poi, senza interruzione, si vedeva uno spazio rischiarato da una bella luce azzurra, il quale terminava e lasciava dopo di se, per quanto ho potuto giudicare, uno spazio perfettamente oscuro che veniva a prendere la stella luminosa successiva.

Esaminerò questo fatto quando ne avrò il tempo; ma per quel che ho potuto giudicare nel momento, la fiamma si estingueva e si riaccendeva in concordanza con le vibrazioni sonore.

Ponendo in un tubo una fiamma silenziosa, ma suscettibile di essere eccitata dalla voce, nel modo già descritto, essa produce una linea non interrotta di luce, quando si osserva collo specchio; io non conosco esperienza più elegante di quella in cui vedesi questa linea risolversi in una catena di perle luminose al momento in cui rendesi con la voce la nota corrispondente. Si può fare questa esperienza ad una grande distanza dal getto del gas girandogli intorno.

É pure interessantissimo l'osservare il cangiarsi della linea in corona, allorchè un corista capace di produrre dei battimenti col suono della fiamma, è collocato al di sopra del tubo o di un apparecchio di rinforzo. Non voglio entrare adesso in dettagli più minuziosi su questi resultati. Mi

pare di averne parlato assai, per invogliare gli sperimentatori a tentare di produrre essi stessi questi effetti: avranno maggior piacere nel vederli che nel leggerne la descrizione.



SULLA COMPOSIZIONE DEI GAS RIGETTATI DAGLI SPIRAGLI VULCANICI DELL'ITALIA MERIDIONALE; C. SAINTE-CLAIRE DEVILLE E F. LEBLANC.

(*Comptes Rendus*, T. XLIV).

Estratto.

Col mezzo d'apparecchi speciali gli Autori si sono adoprati di raccogliere i gas da analizzarsi allo stato di purezza, cioè senza alcuna mescolanza coll'aria ambiente, e tutto questo perchè l'esattezza dell'analisi non avesse un valore illusorio.

I gas che hanno formato il soggetto di questo studio sono stati raccolti nei principali centri d'emanazione del Vesuvio, dei campi Flegrei, dell'Etna, della Sicilia e delle Isole Eolie.

Le principali conseguenze che emergono da questo lavoro sono;

Che in quasi tutte le emanazioni vulcaniche l'aria atmosferica esercita una parte ragguardevole, e talora anco preponderante.

Che i fumajoli anidri e non acidi contengono un miscuglio di ossigeno e di azoto nelle proporzioni che sono sensibilmente quelle dell'aria normale; nel mentre che i fumajoli i quali contengono delle traccie di vapor d'acqua, del-

l'acido cloridrico o dell'acido solforoso indicano un difetto d'ossigeno per rapporto all'azoto:

Anco nei gas ricchissimi d'acido carbonico i rapporti dell'ossigeno e dell'azoto non sono più quelli dell'aria normale; a Paterno per es.; l'ossigeno è all'azoto ::14,3:85,7.

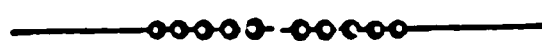
Che può variare la natura delle emanazioni d'un medesimo spiraglio vulcanico non solo da un giorno all'altro, ma anco da un momento all'altro; e che certi gas si sostituiscono scambievolmente, per es. l'acido solforoso e l'acido carbonico nella gran solfatara di Pozzuoli.

Terminano gli Autori dicendo che dall'insieme delle riferite analisi sono condotti a considerare un vulcano attivo, tale il Vesuvio o l'Etna, come un centro al quale vengono a convergere (secondo un certo numero di piani geologicamente determinati) delle emanazioni che rappresentano i prodotti della combustione di diversi combustibili gassosi.

Incontriamo là (sono sempre parole degli Autori) giganteschi cammini d'aspirazione nei quali l'introduzione dell'aria atmosferica opera questa trasformazione a una temperatura elevatissima.

Seguitando uno dei piani eruttivi e a misura che ci si allontana da questo centro di attività si ritrova a un momento dato, nei prodotti d'emanazione, gl'indizii d'una combustione sempre meno energica.

In una parola, tenendo conto del tempo e dello spazio, ripeteremo che la natura delle emanazioni fornite da un medesimo punto varia col tempo che è scorso dal cominciamento dell'eruzione, mentre che a un tempo dato la natura dei fumajoli, in diversi punti, varia colla distanza del focolare d'eruzione.



OSSERVAZIONI CHIMICHE SULLE REAZIONI PER LE QUALI LA CRISTALLINA SI DOVREBBE DISTINGUERE DALL'ALBUMINA; FATTE DAL DOTT. MASSIMILIANO CAV. DE VINTSCHGAU, ASSISTENTE DI FISIOLOGIA ED ANATOMIA SUBLIME ALL'I. R. UNIVERSITA' IN VIENNA.

(Dal fascicolo di Maggio dell' anno 1857 della Classe di matematica e scienze naturali dell'Accademia Imp. delle scienze (Vol. XXIV. *pagina* 493 *) specialmente stampato).*

Molti chimici giudicano che la globulina e la cristallina siano identiche coll'albumina, mentre altri invece suppongono che queste tre sostanze sieno differenti fra loro, e accennano anche varie reazioni per cui esse devono differire. Lieberkühn (1) dice semplicemente che una soluzione acquosa della lente cristallina mostra tutte le proprietà dell'albuminato di potassa senza però esternarsi di più sopra questo oggetto.

Berzelius (2) fu il primo ad identificare la sostanza albuminoide della lente cristallina detta anche semplicemente cristallina colla globulina dei corpicciuoli sanguigni; ma siccome non v' è ancora un mezzo per ottenere sciolta e pura la globulina dei corpiccioli del sangue, così mi limitai solo alla cristallina ed adoperai una soluzione acquosa della così detta ematoglobulina, cioè una mescolanza di globulina, ed ematina, ottenuta col metodo già in uso da varii anni.

Denis (3) dà un metodo per ottenere la globulina dei corpicciuoli sanguigni, la base del quale si è che trattando

(1) Lieberkühn: Über Albumin und Caseïn. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Vol. LXXXVI, pag. 307.

(2) Berzelius. Lehrbuch der Chemie, übersetzt von Wöhler. 1840, Vol. IX, pag. 62 e 526.

(3) Denis (de Commercy): Nouvelles études chimiques, physiologiques etc. Paris 1856, pag. 120 e seguenti.

il sangue appena estratto dalla vena e defibrinato col doppio volume di acqua salata per un terzo i corpicciuoli di sangue si gonfiano, si rammolliscono e si uniscono insieme, per cui dopo un tempo variabile il liquido diviene vischioso; trattando ora questa massa con molta acqua si estraggono a poco a poco tutte le altre sostanze e non rimane che la globulina in forma di membrane, di filamenta, di fibre incrociate in varie direzioni. Ma siccome anche questo metodo non mi avrebbe dato che della globulina non sciolta, oppure solubile solo in acqua fornita di sali, così non lo misi neppure in pratica.

Bence Jones (1) osservò una sostanza particolare albuminoide, la quale trattata coll'acido nitrico dava un precipitato solubile a caldo, e che invece raffreddandosi si rappigliava in gelatina. Ora Lieberkühn (2) fece vedere che l'albuminato di potassa mostrava questa stessa reazione; Brücke (3) mostrò che tanto il plasma quanto il siero del sangue di cavallo offrono questa medesima reazione. Denis de Commercy (4) accenna pure questa reazione colle parole: Les acides non étendus precipitent le serum; le precipité n'est redissoluble d'ordinaire qu'en partie à froid, mais en totalité à chaud. Ora io feci questa reazione con varie sostanze.

L'albumina d'novo dà questa reazione tostochè si osservino varie cautele; prima di tutto fa d'uopo che la soluzione sia diluita, perchè coll'albumina d'uovo concentrata si ottiene durante il riscaldamento un precipitato anche quando l'acido sia diluito, l'acido nitrico deve essere diluito ed aggiunto in piccola quantità. Egli è difficile di poter assegna-

(1) Bence Jones: Über einen neuen Körper aus dem Harne eines an Knochenerweichung leidenden Mannes. Liebig und Wöhler's Annalen der Chemie und Pharmacie. Vol. LXVII, pag. 101.

(2) Lieberkühn: Poggendorff's Annalen. Vol. LXXXVI, pag. 300.

(3) E. Brücke: An essay on the cause of the coagulation of the blood. The british and foreign medico-chirurgical. Review Nr. XXXVII, January 1857, pag. 209.

(4) P. S. Denis de Commercy: Nouvelles études chimiques physiologiques et medicales sur les substances albuminoides. Paris 1856, pag. 88.

re una proporzione tra l'acido nitrico e la soluzione di albumina; ma è certo che per una soverchia quantità, quantunque a freddo non succeda un coagulo, pure esso si forma tosto che la soluzione viene riscaldata; in troppo poca quantità invece impedisce che a caldo si formi un coagulo, senza produrre durante il raffreddamento una gelatina.

Il siero del sangue dell'uomo offre la medesima reazione che il siero del sangue del cavallo.

Sia che si prepari una soluzione della lente cristallina solo lasciandola per alcune ore in poca acqua distillata, sia che essa venga trattata in un mortajo con dell'acqua e poi filtrata, si ottiene sempre coll'acido nitrico l'accennata reazione. Questa stessa reazione si ottiene anche coll'acido solforico e coll'acido muriatico, tostochè s'aggiungano nella conveniente proporzione da non produrre a freddo un precipitato troppo grande.

Lieberkühn (1) fece vedere avanti alcuni anni come l'albumina d'uovo trattata coll'acido acetico, coll'acido tartarico, coll'acido citrico, e coll'acido fosforico non coaguli a caldo, ma dopo il raffreddamento formi una gelatina, che è a caldo nuovamente solubile. Brücke ottenne parimente con questi acidi una gelatina dal plasma e dal siero del sangue del cavallo; sul siero dell'uomo non feci questo esperimento, giacchè egli era certo che avrebbe offerto con questi acidi la medesima reazione come coll'acido nitrico; ma invece cercai di ottenere questa reazione dalla cristallina. Una soluzione di cristallina non coagula coll'acido ossalico aggiunto in quantità abbondante, se il fluido viene riscaldato non si ripiglia punto, ma tosto ch'egli diventa freddo si forma un coagulo. Cogli acidi fosforico ed acetico non potei ottenere questa reazione, non so il perchè; io suppongo che per questi è necessario che la soluzione sia molto concentrata. Se tanto alla soluzione di cristallina quanto al siero di sangue si aggiunge una grande quantità di sale non si ottiene coll'acido nitrico la desiderata reazione, ma aggiungendo

(1) Lieberkühn: Über die Coagulation des Eiweisses. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1848, pag. 285.

alle dette soluzioni un poco d'acido sia fosforico, sia acetico ec. si ottiene col sale di cucina un precipitato solubile nell'acqua distillata (1): questa soluzione offre coll'acido nitrico la menzionata reazione.

Lehmann (2) dice che l'acido acetico produce in una soluzione di cristallina un intorbidamento, e che il precipitato si scioglie in una maggior copia dello stesso acido, ma che poi aggiungendo dell'ammoniaca esso ritorna nuovamente, se invece di neutralizzare il fluido coll'ammoniaca esso venga riscaldato si forma a 98° C. un coagulo quando la quantità d'acido non sia troppo soverchia, mentre in questo caso non si forma coagulo di sorta, e se l'acido è aggiunto in piccola quantità allora si forma il primo coagulo a 50° C. — Ora prima Scherer e poi Panum (3) dimostrarono che diluendo il siero coll'acqua e neutralizzando il fluido coll'acido acetico si ottiene un precipitato solubile in una maggior copia d'acido; Lieberkühn (4) dimostrò che l'albuminato di potassa dà cogli acidi acetico, citrico, tartarico e fosforico un precipitato solubile in una maggiore quantità di questi acidi, ma che l'acido ossalico non produce nè precipitato nè intorbidamento. Ora una soluzione di cristallina ottenuta coi due metodi accennati dà tanto coll'acido fosforico, quanto cogli acidi ossalico, tartarico, acetico, un precipitato solubile in una quantità soverchia degli stessi acidi; questo risultato è rimarchevole perchè Lieberkühn (5) dice: Aus Krystallinsen erhält man durch Auflösen derselben in Wasser, Fällung der filtrirten Lösung mit Alkohol und Äther, Extraction dieses Niederschlages mit kochendem Weingeist und Fällung der klaren Flüssigkeit mit Äther eine Substanz, wel-

(1) P. Panum Virchov's Archiv, pag. 419.

(2) Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 2 Aufl. Leipzig 1850, Vol. I, pag. 376.

(3) P. Panum: Über einen constanten mit dem Caseïn übereinstimmenden Bestandtheil des Blutes. Virchov's Archiv, Vol. III, pag. 251. — P. Panum: Neue Beobachtung über die eiweissartigen Körper. Virchov's Archiv, Vol. IV, pag. 419.

(4) Lieberkühn: Müller's Archiv und Poggendorff's Annalen.

(5) Lieberkühn: Poggendorff's Annalen, pag. 306.

che sich mit kochendem Wasser und Weingeist nicht mehr auflöst, sobald sie an der Luft getrocknet wird, während sie auch vorher alle Eigenschaften des Kalialbuminat zeigt; dal che si vede che Lieberkühn non fece le reazioni con una semplice soluzione di cristallina.

Quanto riguarda la seconda reazione di Lehmann, essa è giusta, ma non può servire quale reazione caratteristica della cristallina giacchè il siero dell'uomo mostra un intorbidamento tostochè si operi nella stessa maniera; di più questa proprietà non appartiene solo all'ammoniaca ma eziandio agli alcali fissi, coi quali ultimi si ottiene un precipitato molto più abbondante tanto nella soluzione di cristallina, quanto nel siero di cavallo e dell'uomo, e Lieberkühn (1) dimostrò che anche l'albumina d'uovo trattata coll'ammoniaca e coll'acido acetico dà un precipitato; di più non è neppure necessario di fare ciò che prescrive Lieberkühn, ma basta aggiungere all'albumina d'uovo filtrata una piccola quantità di potassa e poi dell'acido acetico per vedere che in principio si forma un precipitato, il quale sparisce in soverchia quantità dell'acido per ricomparire per la neutralizzazione coll'ammoniaca. Riguardo l'ultima reazione accennata da Lehmann mi riservo a parlarne più innanzi.

Le Canu (2) parlando della globulina dei corpicciuoli del sangue dice: Les globules sanguins ..... sont formés .... de globuline matière albuminoide que sa solubilité dans l'alcool a 20°, a la proprieté de former avec l'eau froide une dissolution que le sous acétate de plomb ne trouble pas, ne permettent pas de confondre avec de l'albumine ordinaire et qu'on ne retrouve ni dans le sérum ni dans le blanc d'oeuf. Ma pur troppo queste asserzioni sono false come anche è falso ciò che egli dice nelle pagine antecedenti (3), cioè che quando la globulina viene precipitata dall'alcool concentrato essa diviene insolubile e nell'acqua fredda e nell'alcool di 20° Bm.; ma su quest'ultimo punto cioè sulla solubilità

(1) Lieberkühn: Müller's Archiv, pag. 311.
(2) Le Canu: Nouvelles études chimiques sur le sang. Paris 1852, p. 30.
(3) Le Canu, l. c. pag. 23.

nell'acqua e nell'alcool debile d'un precipitato albuminoide ottenuto con l'alcool concentrato si trovano nei varii autori differenti dati. Rence Jones (1) dice come la sostanza albuminoide trovata nell'urina era precipitabile dall'alcool concentrato, e come il precipitato si scioglieva tanto nell'acqua fredda che bollente. Scherer (2) fece conoscere una sostanza che egli chiamò Paralbumina. trovata da lui nel fluido d'un idrope dell'ovario. Essa non precipitava per l'ebollizione, il precipitato ottenuto coll'alcool si scioglieva quasi perfettamente nell'acqua distillata, coll'acido acetico in piccola quantità e l'ebollizione non coagulava perfettamente. Ora io feci questa reazione coll'albumina d'uovo, col siero dell'uomo, del cavallo, colla cristallina e colla così detta ematoglobulina, ed i risultati ottenuti sono i seguenti:

Una soluzione diluita e filtrata d'albumina d'uovo dà coll'alcool concentrato un precipitato, che è facile a filtrarsi ed a lavarsi, il quale è insolubile sì nell'acqua fredda che calda, come anche nell'alcool diluito e caldo. Il siero dell'uomo e del cavallo dà coll'alcool concentrato un precipitato, il quale se fresco si scioglie sì nell'acqua fredda che calda; il fluido rimane sempre un poco torbido, ed al fondo del vaso si depone un precipitato, però, a prova che se ne sciolse una gran parte, si ottengono, dopo aver filtrato il liquido, tutte le reazioni che offre l'albumina, anche la reazione di formare coll'acido nitrico dopo il riscaldamento una gelatina; di più la soluzione acquosa poteva essere bollita senza che si formasse coagulo di sorta. Il precipitato asciugato all'aria e polverizzato si scioglieva in parte nell'acqua sì fredda che calda, ma però restava una parte affatto insolubile, e solo sembrava che le piccole particelle si fossero un poco gonfiate e divenute pellucide, il fluido filtrato non coagulava punto per il calore e dava coll'acido nitrico la solita reazione. Nell'alcool concentrato sì caldo che freddo non si scioglieva nè il precipitato ancora umido, nè il pre-

(1) Bence Jones, l. c. pag. 101.

(2) J. Scherer: Über Paralbumin, einem neuen Eiweisskörper. Journ. f. prakt. Chemie, Vol. 54, pag. 402.

cipitato affatto asciutto, mentre nell'alcool diluito cioè del P. S. 0·92 e caldo, il precipitato fresco si sciolse assai facilmente, non così facilmente però il precipitato asciutto, quantunque anche questo fosse in parte solubile.

Una soluzione concentrata filtrata di cristallina venne precipitata a mezzo dell'alcool del P. S. di 0·82 e lavata collo stesso; il precipitato ancora umido si scioglie immantinente nell'acido muriatico concentrato e dopo alcune ore si forma un bel colore violaceo; questa reazione presentano, come è già da lungo tempo conosciuto, tutte le sostanze albuminoidi. Il precipitato si scioglie nella potassa caustica però a freddo più lentamente che a caldo; questa soluzione dà coll'acido acetico un precipitato solubile a caldo. Il precipitato si scioglie anche nell'acqua fredda, la soluzione non è completa giacchè rimane un residuo; il fluido filtrato, che non è però sempre affatto chiaro, dà coll'acido nitrico in piccola quantità la già molte volte menzionata reazione. Se questa soluzione viene riscaldata non si forma nè precipitato, nè intorbidamento.

La soluzione acquosa di questo precipitato dà col solfato di rame un precipitato, solubile nella potassa e soda caustica con un bel colore bleu, riscaldando questa soluzione il colore bleu si cangia in un colore violaceo più o meno rosso di vino a seconda della quantità d'albumina. Il precipitato ottenuto col solfato di rame si scioglie anche nell'acido acetico. Bence Jones (1) accenna questa reazione parlando della sua nuova sostanza, ma sembra che anch'egli non la tenga per carratteristica, giacchè poco più sotto parlando delle reazioni proprie di questa sostanza non ne parla punto (2). Io trovo che questa reazione riesce coll'albumina d'uovo, di siero, e con una soluzione di cristallina semplicemente filtrata, e che i colori sono più o meno intensivi a seconda della quantità d'albumina e di rame adoperato; che questo precipitato si scioglie anche nell'ammoniaca, ma che riscaldato non dà poi quel colore violaceo o rosso di vino, ma

(1) Bence Jones, l. c. p. 102.
(2) Bence Jones, l. c. p. 104.

resta il colore primitivo. Il Dott. Piotrowski fece vedere, senza nulla sapere del mio lavoro, come questa reazione sia propria a tutte le sostanze albuminoidi e come essa possa servire a conoscere le sostanze albuminoidi anche sotto il microscopio.

Neutralizzando la soluzione del precipitato di cristallina e di rame nella potassa caustica diluita coll' acido acetico si vede come di mano in mano che la potassa viene neutralizzata il colore svanisca, e quando la neutralizzazione è completa si formi un fluido incolore o leggiermente colorato in azzurro, e solo aggiungendo un poco più di acido acetico si formi un precipitato; neutralizzando ora l' acido colla potassa si ottengono in ordine inverso i medesimi risultati; queste reazioni si ottengono tanto se la soluzione dell' albuminato di rame nella potassa caustica venne riscaldata o nò.

Se il precipitato di cristallina ottenuto col solfato di rame viene sciolto nell' ammoniaca, e che questa venga neutralizzata coll' acido acetico si vede formarsi un precipitato solubile nuovamente nell' ammoniaca. In questa reazione trovo una differenza tra l' albumina d' uovo e la cristallina giacchè la prima dà col solfato di rame un precipitato solubile con colore bleu nell' ammoniaca, ma per la neutralizzazione di questa coll' acido acetico si vede a scomparire lentamente il colore fino a tanto che si ottiene un fluido leggiermente colorato in azzurro, senza che si formi precipitato di sorta. — Ora se all' albumina d' uovo si aggiunge una piccolissima quantità di potassa caustica senza però che si formi una gelatina e senza che essa impedisca il precipitato col solfato di rame, si vede che questo precipitato si scioglie nell' ammoniaca e dopo la neutralizzazione coll' acido acetico si ottiene un precipitato solubile in maggior copia dell' acido stesso, come pure nell' ammoniaca. Si vede anche da questo come la reazione accennata da Lehmann non può essere caratteristica per la cristallina.

Col cianuro ferro potassico ed un poco d' acido acetico, si ottiene nelle soluzioni di cristallina e di albumina un precipitato solubile nella potassa caustica; il bicloruro di mercurio produce nelle dette soluzioni un precipitato solubi-

le nell' acido acetico; faccio menzione di queste reazioni solo per far osservare che esperimentai tutte le reazioni accennate da Beuce Jones, quantunque anch' egli non tenga queste reazioni come caratteristiche per la sua sostanza, come ben si può vedere a pag. 104 degli accennati Annali.

Una parte del precipitato alcoolico venne asciugato all' aria, polverizzato e trattato coll' acqua fredda. Dopo alcuni giorni se ne era sciolta una parte giacchè il fluido filtrato mostrava tutte le reazioni sopradette, il residuo si scioglieva in parte nell'acqua bollente tostochè la bollitura durava alcun tempo. Lieberkühn (1), come si vede dalle parole sopracitate, non potè ottenere una soluzione acquosa quando il precipitato era stato asciugato all' aria, ma questo forse perchè la soluzione non succede immantinente.

Il precipitato alcoolico sì fresco che asciutto non si scioglie nell' alcool concentrato P. S. 0·82 caldo, ma bensì nell' alcool diluito P. S. 0·92. Lehmann (2) accenna questa proprietà della cristallina di sciogliersi nell' alcool caldo senza però dire se l' alcool fosse concentrato o no.

Io mi preparai una soluzione di globulina e di ematina secondo il metodo usato di filtrare il sangue con una soluzione concentrata di solfato di soda, ed il precipitato rimasto sul filtro venne sciolto nell' acqua distillata. Coll' alcool concentrato P. S. 0·82 ottenni un precipitato di colore rosso insolubile nello stesso alcool bollente, ma che si sciolse tostochè l' alcool venne diluito con dell' acqua distillata e nuovamente riscaldato per precipitare solo a freddo; il precipitato ottenuto coll' alcool concentrato si scioglieva nell' alcool di 20° Bm. ossia P. S. 0·93 bollente per precipitare durante il raffreddamento.

Se dal siero dell' uomo e del cavallo come anche della cristallina si ottiene coll' acido nitrico un precipitato e si ha cura di filtrarlo rapidamente affinchè l' albumina non si decomponga, questo precipitato si scioglie assai facilmente

(1) Lieberkühn: Poggendorff's Annalen. Vol. LXXXVI pag. 306.
(2) Lehmann: Lehrbuch der physiolog. Chemie.

nell' alcool caldo di 20° Bm. e raffreddandosi non lascia cadere dei fiocchi, ma se la soluzione è molto concentrata si rappiglia in gelatina, che si scioglie tostochè il fluido venga nuovamente riscaldato. L' albumina d' uovo in vece precipitata coll' acido nitrico non si scioglie che nulla o in assai piccola quantità nell' alcool diluito caldo; lo stesso avviene se l' albumina d' uovo, del siero d' uomo, di cavallo e la cristallina vengano precipitate mediante il calore. Io credeva che questa piccola solubilità dipendesse dalla presenza d' un sale, ma pur troppo non mi fu possibile di verificare questa opinione.

Le Canu (1) riporta ancora come reazione caratteristica della globulina di non venir precipitata dall' acetato basico di piombo, ma tutti gli altri autori ammettono questa reazione, ed io trovai che quando ad una soluzione di globulina e d' ematina, preparata secondo il metodo sopra accennato, si aggiunge dell' acetato basico di piombo si ottiene un precipitato; di più ammettendo che la globulina sia identica alla cristallina si vede che in quest' ultima si ottiene collo stesso reagente un precipitato abbondante solubile in una maggior quantità del reagente stesso.

Dalle reazioni fin qui riferite si vede come una soluzione della lente cristallina offra tutti i caratteri di una soluzione di albumina, e propriamente di una soluzione d' albumina la quale contiene un poco d' albuminato di potassa o di soda, e un poco d' albumina come si trova p. e. nel bianco d' uovo; o se si vuole caratterizzare la cristallina ancor meglio, ch' essa si comporta come il siero di sangue. Ma vi è una reazione la quale, come già prima venne detto, fu riguardata da Lehmann (2) come caratteristica per la globulina cioè la temperatura di coagulazione. Ora io feci questa reazione tanto coll' albumina d' uovo, quanto con quella del siero dell' uomo, del cavallo, colla cristallina e coll' ematoglobulina.

L' albumina d' uovo, senza venire nè filtrata nè neutra-

(1) Le Canu: Nouvelles études etc. pag. 23.
(2) Lehmann, l. c. pag. 376.

lizzata nè diluita, mostrò il primo intorbidamento a 56° C. ed a 62° C. si convertì il fluido in una massa opaca; a questo punto venne interrotta l'osservazione, il coagulo fu lasciato raffreddare, e poi venne trattato con un poco d'acqua. Il fluido passò perfettamente chiaro attraverso del filtro e mostrò solo a 92° C. un leggiero intorbidamento che divenne più distinto e si formarono dei fiocchi all'aggiunta d'un poco d'acido acetico.

Se l'albumina venne diluita con dell'acqua senza neutralizzazione coll'acido acetico trovai che l'intorbidamento cominciò a 57°, ma che solo a 68° C. il fluido divenne perfettamente opaco; il coagulo formatosi era sì fino da passare attraverso i pori del filtro. Se invece l'albumina d'uovo veniva diluita con un poco d'acqua e neutralizzata, il primo intorbidamento cominciava a 54° C. e già a 58° C. il fluido era perfettamente opaco ed eransi formati dei fiocchi che si deponevano con facilità.

L'albumina invece d'uovo preparata secondo il metodo di Wurtz, la quale era piuttosto diluita che no, venne divisa in due parti; d'una determinai subito la temperatura di coagulazione, l'altra venne concentrata sotto la campana pneumatica; la prima mostrò il primo intorbidamento a 68° ed a 75° C. essa era divenuta perfettamente opaca; la seconda invece mostrò il primo intorbidamento a 62° C. ed a 68° essa era divenuta opaca ed a 75° si formarono fiocchi d'albumina. Da questo si vede quale influenza abbia la concentrazione sulla temperatura di coagulazione dell'albumina, come già lo fece osservare Berzelius (1).

Il siero del sangue dell'uomo senza essere nè diluito nè neutralizzato cominciò ad intorbidarsi a 71°, ed a 77° C. il fluido era perfettamente opaco e si era cangiato in un coagulo consistente colorato un poco in giallo. Il siero di cavallo si comportò egualmente cioè il primo intorbidamento a 70°, ed a 75° erasi convertito il tutto in una gelatina assai consistente. Il coagulo del siero del sangue dell'uomo fu trattato per tre giorni con un poco d'acqua, e poi filtrato;

(1) Berzelius: Lehrbuch der Chemie, Vol. XI. pag. 32.

il fluido era perfettamente chiaro, conteneva dell' albumina, ma soltanto a 96° C. ottenni un leggiero intorbidamento. Tanto il siero dell' uomo che quello del cavallo furono trattati con acido acetico finchè la reazione era divenuta un poco acida; in amendue cominciò la coagulazione a 65° C. ed a 68° era già terminata, il fluido si era convertito in un coagulo bianco e denso. Devo però avvertire che nelle ultime esperienze si deve avere molto riguardo e alla diluzione del siero e alla quantità d' acido acetico aggiunta, giacchè se si trovano le giuste proporzioni si può ottenere il principio della coagulazione già a 53°, ed il termine a 60°. —

Una soluzione di emato-globulina preparata secondo il metodo sopraccennato, nella quale si contengono certe traccie di sali come di solfato di soda, mostrò il primo intorbidamento a 59° C. verso i 64° C. esso era divenuto molto distinto, e verso i 72° C. si formarono dei fiocchi. Il fluido filtrato era un poco colorato in rosso, forse, come già osservò Berzelius (1), perchè la soluzione era molto concentrata.

Ora mi rimane ancora la cristallina. Io devo prima di tutto avvertire che se la soluzione non è molto concentrata, allora si vede solo un intorbidamento, il fluido diviene lattiginoso e non si forma un coagulo consistente per cui il fluido filtrato rimane torbido; ma se in quella vece si prende una soluzione molto concentrata, ecco i risultati che si ottengono. Il primo intorbidamento comincia tra i 70°—72° C. per compiersi tra i 75° ed 80° C. Il coagulo è molto consistente e si può capovolgere il vaso senza perdere punto di sostanza; da ciò si vede come la forma del coagulo dipenda dal grado di concentrazione della soluzione e che quindi essa non può venire adoperata qual reazione distintiva tra l'albumina e la cristallina, come fecero Berzelius e Lehmann. Questo coagulo venne trattato con dell' acqua, dopo ventiquattro ore essa conteneva un poco di cristallina che era facile a vedersi all' aggiunta di un acido, ma che riscaldando presentava solo tra 83—90° C. un leggiero intorbidamento senza che si formasse un vero coagulo. Il fluido filtrato dal

(1) Berzelius, l. c. p. 72.

primo coagulo era perfettamente chiaro per cui nulla passò attraverso i pori del filtro. Una soluzione di cristallina della medesima concentrazione che l' antecedente venne neutralizzata con acido acetico; essa mostrò il primo intorbidamento a 59°, ed a 66° erasi formato un coagulo consistente; se invece la soluzione di cristallina era più diluita e conteneva un poco più d' acido in allora si formava il primo coagulo a 53° C.

Si vede dalle reazioni riportate, che le differenze trovate tra l' albumina e la cristallina dipendono solo perchè non si confrontarono queste due sostanze sotto le medesime circostanze, e che appena ciò si faccia spariscono interamente tutte le diversità che si volevano trovare tra la cristallina e l' albumina, almeno per quanto spetta alle reazioni. Sarebbe ora anche desiderabile di vedere la composizione chimica della cristallina e vedere se essa sia identica a quella dell' albumina. Di quest' ultima abbiamo solo dopo i bei lavori di Lieberkühn (1) un' esatta analisi elementare, mentre tutte le analisi fatte dapprima di questa sostanza erano così differenti tra loro da non poterle adoperare per istabilire una formula; nell' inverno venturo cercherò di fare anche questa parte del lavoro, giacchè la cristallina è una delle sostanze albuminoidi che si decompongono assai facilmente. Intanto cercai di ottenere un poco di cristallina col metodo di Wurtz (2) per determinare almeno il punto di coagulazione; ma devo confessare il vero che si ha da combattere con varie difficoltà senza essere sicuro che il preparato sia puro. La maggior difficoltà che si ha si è quella di lavare il preparato, poichè esso ottura facilmente i pori del filtro; inoltre decomponendo il precipitato ottenuto coll' acido carbonico si forma un precipitato di carbonato di piombo sì fino che passa attraverso i pori della carta; cercai di vincere in qualche maniera queste difficoltà levando ogni volta che il filtro era otturato il precipitato dallo stes-

(1) Lieberkühn: Poggendorff's Annalen, Vol. 86

(2) Wurtz: Comptes rendus, Vol. XVIII, p. 700, e Journal für prakt. Chemie. Vol. XXXII, pag. 503.

so, lavarlo con dell'acqua ed adoperare un nuovo filtro; la seconda difficoltà invece col lasciarlo deporre almeno in parte, e filtrarlo parecchie volte; però si vede bene che con tutte queste operazioni si ha una perdita assai sensibile.

Una soluzione di cristallina preparata in questo modo presentò il primo intorbidamento a 61° C. che andò aumentandosi fino circa a 75° C. alla quale temperatura il fluido era perfettamente opaco.



RICERCHE SUL MAGNETISMO GENERATO DALLA CORRENTE ELETTRICA; DI F. P. JOULE.

(*Philos. Trans.* 1856, *parte prima, p.* 287).

È nota l'incertezza che malgrado i lavori di Jacobi e di Leny estesi e variati in appresso da Weber, Robinson, Müller, Dub, e altri, regna sempre sopra questo argomento. L'Autore ha fatto costruire quattro sbarre cilindriche di ferro dolce lunghe 1 *yard* (0^m,9143) e di diametri rispettivi di $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, e 1 pollice e di cui i pesi erano 1736, 3802, 14560, e 55060 grani. Ognuna di queste sbarre era circondata da 56 piedi di filo di rame di $\frac{1}{16}$ di pollice di diametro coperto di seta. Il numero dei giri che faceva questa lunghezza costante di filo era 1020 per la prima sbarra e 712, 388, 207 per le altre tre. L'Autore ha variate le esperienze operando sopra altre quattro sbarre simili alle prime di diametro, ma di una lunghezza e di un peso doppio. La forza della corrente era misurata con una bussola delle tangenti e il magnetismo sviluppato sia durante il passaggio della corrente sia dopo, era misurato dalla deviazione che la sbarra tenuta in una posizione costante produceva in un ago calamitato: essendo la sbarra sospesa ad un filo senza

torsione sensibile la misura del magnetismo era data dalla tangente dell'angolo della deviazione.

In una esperienza preliminare l'Autore misurava il magnetismo sviluppato in questa sbarra in circostanze simili dall'azione magnetica della terra. Il resultato così ottenuto era che il magnetismo indotto soprattutto nelle sbarre sottili era approssimativamente proporzionale al quadrato del loro diametro.

Nelle esperienze fatte usando la corrente per magnetizzare, il metodo consisteva; 1.° a determinare il magnetismo della sbarra sotto l'influenza della corrente; 2.° quello che rimaneva cessata la corrente; 3.° il magnetismo della sbarra sotto la corrente rovesciata; 4.° il magnetismo rimasto cessata la corrente. La differenza fra la 1.ª e 3.ª osservazione dava il totale cambiamento del magnetismo per l'inversione della corrente; la differenza fra la 2.ª e 4.ª osservazione esprimeva il cambiamento intero permanente. In queste esperienze si faceva variare l'intensità della corrente. Dai quadri riferiti nelle memorie si può dedurre che il cambiamento permanente segue una legge diversa da quella che regola il magnetismo sviluppato sotto l'influenza della corrente. Questo cambiamento permanente per le sbarre di $\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{2}$ di pollice di diametro cresce presso a poco proporzionalmente al quadrato della corrente; ma questo rapporto diminuisce colle sbarre di maggiore diametro. Si rileva anche che il magnetismo indotto da corrente dell'istessa intensità cresce da primo presso a poco colla sezione delle sbarre, ma poi diviene quasi indipendente dalla grossezza tanto che le attrazioni delle sbarre di $\frac{1}{2}$ pollice e di 1 pollice di diametro non differiscono fra loro.

L'Autore ha creduto importante lo studio delle leggi che reggono il cambiamento magnetico permanente onde assicurarsi se sussiste la proporzionalità fra questo cambiamento ed il quadrato della corrente, o in che modo questa legge è modificata. Si trova che questa legge non è più vera a misura che cresce il diametro delle sbarre, forse per l'azione che le parti centrali esercitano sullo strato esterno. Ha quindi l'Autore ripetute tutte l'esperienze sopra fili sottilis-

simi di ferro ed ha trovato che da primo il magnetismo permanente è proporzionale al quadrato della corrente, e crescendo l'intensità della corrente quel magnetismo cresce anche più rapidamente fino ad un certo limite che è quello della saturazione, in prossimità della quale l'aumento decresce rapidamente. Quanto al magnetismo prodotto sotto l'azione della corrente, separato dalla variazione permanente, fu trovato crescere uniformemente coll'aumento della corrente.

Un' esperienza fatta sopra una sbarra di acciajo ha condotto alle stesse conseguenze.

È notevole ed istruttiva l'analogìa fra questi fenomeni e quelli presentati dall'elasticità dei materiali. Infatti Hodgkinson ha trovato che il cambiamento permanente di figura che avviene in un trave di legno è proporzionale al quadrato della forza che è applicata al trave e che questa legge cessa di verificarsi solamente presso il punto della rottura. Non potremo forse chiamare il punto in cui la variazione magnetica permanente cresce così bruscamente il magnetico punto di rottura? L'analogía stabilita fra le azioni magnetiche e le molecolari considerate in connessione coi cambiamenti di direzione che avvengono nelle sbarre di ferro per la loro magnetizzazione sembra doverci condurre ad una miglior cognizione della natura del magnetismo. L'Autore termina questa memoria con una nota nella quale descrive esperienze simili alle precedenti eseguite misurando lo stato magnetico collo sforzo necessario per separare un àncora di ferro dolce dal ferro dell'elettro-calamita. I resultati di queste esperienze nelle quali le forze attrattive sono espresse in pesi sono simili a quelle precedentemente descritte.



NUOVE OSSERVAZIONI MICROSCOPICHE SULL'AZIONE CHE L'ELETTRICITÀ ESERCITA SULL'ALBUMINA; DEL PROF. C. MAGGIORANI.

(*Atti dell' Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei. Sessione* VI. *del 3 Maggio* 1857).

Se torno per un momento a richiamar l'attenzione dell'Accademia sugli effetti che l'elettricità determina sull'albumina, ciò deriva dalla cortesia del nostro socio signor professore Cav. Viale, il quale, possessore com'è di uno dei migliori microscopii che siano usciti dalla fabbrica del sig. Plössl di Vienna, ha voluto non solo permettermi di profittarne a ripetere le mie esperienze, istituite son già tre anni con un piccolo istromento di Baviera di soli 200 diametri d'ingrandimento, ma si è inoltre compiaciuto di associarsi meco all'oggetto di verificare quelle osservazioni, che io presentai in una delle nostre sessioni, e di cui si producono ora i disegni nella tav. I.ª.

Elettrizzato pertanto un uovo di gallina per tre settimane, e durante lo spazio di circa tre ore il giorno, coll'averlo sospeso all'estremità del conduttore di una piccola macchina elettrica mercè una gabbietta metallica, procedemmo insieme ad esaminarlo, dopo aver preparato altr'uovo non elettrizzato qual mezzo di confronto, ed eccone i risultati:

1°. L'uovo elettrizzato offerivasi più opaco dell'altro, e presentava un'assai maggior resistenza alla rottura, come se il guscio testaceo, e la sottoposta membrana avessero acquistata maggior compattezza.

2°. L'albume dell'uovo elettrizzato compariva anche a nud'occhio più denso, e più plastico dell'uovo naturale, e posta egual porzione dell'uno e dell'altro in due bicchierini con acqua distillata, si osservò come il primo contenesse una maggior quantità di materia insolubile, avente tutte le apparenze della fibrina.

3°. Le carte reagenti si diportarono quasi allo stesso modo coi due albumi, come pure non si notò differenza sensibile nei due torli.

4°. Sottoposte al microscopio alcune gocciole dei due uovi si vide che l'albume naturale presentava nel campo visivo delle piccole masse informi, ma nulla che somigliasse alle apparizioni dell'albume elettrizzato; in cui notavansi e corpicelli annulari, e laminette foggiate a guisa di ale di farfalle, e specialmente lunghi filamenti, o meglio nastrini limitati da due fili e punteggiati nel mezzo, che cominciano dallo scorrere paralleli, poi si avvicinano, indi si scostano prendendo aspetto fusiforme. Tai nastri, che nella mia prima scrittura su queste esperienze io aveva annunziati come semplici forme, o abbozzi organici, furono giudicati dal dotto socio come veri individui di una specie di alga che gli sembrò del genere *Hygrocrocis*. Il quale giudizio trovasi in piena corrispondenza col fatto dell'accrescimento, che per decorrer di tempo sperimentano i ridetti filamenti, come già esposi in altra tornata della nostra Accademia, e di cui oggi offro le figure esprimenti quegli stessi corpi che nell'albumina liquida veggonsi come natanti, e nella disseccata si sollevano dalla sua superficie, e vi si svolgono notabilmente o in forma di piccoli coni sovrapposti gli uni agli altri, o di nastrini ravvolti su loro stessi o di filamenti dentati, e muniti di un'origine bulbosa, come i peli degli animali.

Non ho in animo di tentare la interpretazione scientifica di questi fatti, che hanno bisogno di essere ulteriormente studiati ed ampliati; mi basta intanto di aver messo in chiaro:

1°. Che sotto l'impero della elettricità si dà luogo alla formazione di nuovi corpi a forme organiche.

2°. Che le forme di questi corpi non sono casuali e variabili ma si assoggettano a un certo tipo, il quale per l'albumina è il nastro fusiforme, che più tardi si converte in filamento dentato, o in serie di piccoli coni sovrapposti.

3°. Che questi corpi cessata la elettrizzazione conti-

nuano a crescere, e a svolgersi, purchè rimangano connessi alla matrice albuminosa (1).

Se da questa deduzione possa arguirsi che la materia organizzabile modificata dalla virtù elettrica si plasmi nelle fogge degli ultimi esseri organati di semplicissima struttura, se ne derivi un altro argomento alla teoria della trasformazione delle forze, lo giudicheranno i più esperti in questa maniera di studii.



INTORNO LE MISURE PER LA DETERMINAZIONE DELLA DIFFERENZA DI ALTEZZA FRA IL MAR NERO, ED IL CASPIO; MEMORIA DI FRANCESCO CARLINI, MEMBRO EFF. DELL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO.

(*Letta nell'adunanza dell'I. R. Istituto medesimo del giorno* 10 *Marzo* 1853).

Dal Direttore dell'Osservatorio astronomico di Pulkova presso Pietroburgo ci furono ultimamente spedite diverse opere, relative parte all'astronomia, parte alla geografia, e contenenti insigni lavori e scoperte che fanno testimonianza e dell'attività degli astronomi ed ingegneri russi, e della grandiosità del governo che li protegge.

La più estesa di esse opere è un volume in gran foglio scritto in lingua latina, il quale fa séguito all'altro pubblicato nel 1837 col titolo: *Stellarum duplicium mensuræ micrometricæ, auctore F. G. W. Struve* (2), e contiene principalmente: 1°. Le posizioni assolute per l'anno 1830 di 2874

(1) Altra albumina elettrizzata e disseccata al medesimo tempo come argomento di paragone, non offriva all'osservazione alcuno dei corpi in discorso.

(2) Di esso ho dato un estratto nella Biblioteca Italiana. T. 91 (fascicolo di Agosto 1838) pag. 222.

.i comunicanti non può ap-
., se non fosse la salsedine
dare con maggior precisione

gnori Engelhardt e Parrot ave-
ie barometrica a traverso il ter-
dal mar Nero, ed avevano tro-
più basso del secondo; ma una
barometrica istituita dal medesimo
dall'Ararat nel 1829, somministrò
verso, giusta il quale il Caspio avreb-
quattro piedi l'Eusino.
rsità oltrepassava di molto l'incertezza
e livellazioni barometriche, allorchè so-
essarie precauzioni, non correndo la po-
lo le osservazioni di andata e di ritorno.
uesta incertezza, l'Accademia delle Scien-
stabilì di far eseguire coi più esatti stro-
lazione ed una livellazione geometrica, per
l'Imperatore delle Russie assegnò subito un
nta mila rubli.
nomi incaricati del lavoro dovevano operare
a fra Kagalnik sulle rive del mare di Azow e
ok sul mar Caspio. È facile riconoscere il mo-
e gli operatori non poterono seguire la linea
giunge questi due punti. Gettando l'occhio sul-
ella Russia si vede che il terreno interposto è
iccoli laghi ed intersecato da fiumi di breve cor-
erdono nel terreno; il che dimostra esser questo
continua palude; forse avanzo d'un gran corpo
che in tempi remotissimi congiungeva i due mari.
ia che fu scelta segue la strada maestra che va da
erkask per Stavropol a Kisliar; indi girando al nord
un arco che abbraccia parte della strada fra Kisliar
ed Astracan. La lunghezza totale è di miglia geogra-
taliane 510.
al punto di partenza fin quasi a Stavropol il terreno
steppa nuda del tutto di piante e perfino di arbusti,

desca dal summominato Guglielmo Struwe delle operazioni eseguite negli anni 1836 e 1837 per determinare le differenze di livello fra la superficie del mar Nero e quella del mar Caspio dai signori Fuss, Sawitsch e Sabler, seguita dall'esposizione delle operazioni originali e dei calcoli presentata da quest'ultimo (1).

Poichè di tutte le opere che vi ho annunciato troppo lunga e difficile impresa sarebbe il darvi una più precisa notizia, mi limiterò a parlarvi di quest'ultima, la quale deve interessare non solo gli astronomi ed i geografi, ma ancora gli studiosi della fisica e della geologia.

Egli è fuori di dubbio che fra i mari tra di loro comunicanti, ancorchè siano uniti per un angusto stretto, non può essere considerabile la differenza di livello, giacchè se ciò non fosse dovrebbero incontrarsi nei punti di comunicazione correnti assai più rapide di quelle che vi si osservano. Questa verità venne finora confermata dalle immediate misure di distanze dal vertice che si sono prese lungo una rete trigonometrica. Così il sig. Coraboeuf dalla sua triangolazione lungo i Pirenei trovò l'elevazione dell'Oceano sul Mediterraneo di soli centimetri 73 (2); così il padre Inghirami, avendo da un alto colle della Toscana potuto osservare contemporaneamente i due mari che circondano la nostra Italia, ne trovò insensibile la differenza di livello; che se i dotti che seguirono la spedizione di Napoleone in Egitto avevano trovato il mar Rosso di 10 metri più elevato del Mediterraneo, ciò fu per un errore, che fu corretto dagli ingegneri francesi che ultimamente lavorarono al progetto del taglio dell'Istmo di Suez.

(1) Beschreibung der zur Ermittelung des Höhenunterschiedes zwischen dem Schwarzen und dem Caspischen Meere mit allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der K. Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1836 und 1837 von G. Fuss, A. Sawitsch und G. Sabler ausgeführten Messungen nach den Tagebüchern und den Berechnungen der drei Beobachter, zusammengestellt von G. Sabler Astronomen der Hauptsternwarte — Im Auftrag der Akademie herausgegeben von W. Struve Director der Hauptsternwarte — St. Petersburg 1840, in 4.°

(2) *Sur les opérations géodésiques des Pyrenées*, 1831.

Ma ciò che si disse dei mari comunicanti non può applicarsi al mar Caspio, al quale, se non fosse la salsedine delle sue acque, si dovrebbe dare con maggior precisione il nome di lago.

Fino dall'anno 1811 i signori Engelhardt e Parrot avevano eseguita una livellazione barometrica a traverso il territorio che divide il Caspio dal mar Nero, ed avevano trovato il primo di 300 piedi più basso del secondo; ma una seconda livellazione pure barometrica istituita dal medesimo sig. Parrot, che ritornava dall'Ararat nel 1829, somministrò un risultato totalmente diverso, giusta il quale il Caspio avrebbe superato di tre o quattro piedi l'Eusino.

Una sì grande diversità oltrepassava di molto l'incertezza che può attribuirsi alle livellazioni barometriche, allorchè sono eseguite colle necessarie precauzioni, non correndo la posta, ma concatenando le osservazioni di andata e di ritorno.

Per togliere questa incertezza, l'Accademia delle Scienze di Pietroburgo stabilì di far eseguire coi più esatti stromenti una triangolazione ed una livellazione geometrica, per la quale impresa l'Imperatore delle Russie assegnò subito un fondo di cinquanta mila rubli.

I tre Astronomi incaricati del lavoro dovevano operare sopra una linea fra Kagalnik sulle rive del mare di Azow e Tchernoï-Rynok sul mar Caspio. È facile riconoscere il motivo pel quale gli operatori non poterono seguire la linea retta che congiunge questi due punti. Gettando l'occhio sulle mappe della Russia si vede che il terreno interposto è sparso di piccoli laghi ed intersecato da fiumi di breve corso che si perdono nel terreno; il che dimostra esser questo quasi una continua palude; forse avanzo d'un gran corpo d'acque che in tempi remotissimi congiungeva i due mari. La traccia che fu scelta segue la strada maestra che va da Novotcherkask per Stavropol a Kisliar; indi girando al nord forma un arco che abbraccia parte della strada fra Kisliar stesso ed Astracan. La lunghezza totale è di miglia geografiche italiane 510.

Dal punto di partenza fin quasi a Stavropol il terreno è una steppa nuda del tutto di piante e perfino di arbusti,

ma sparsa di piccoli tumuli alti da 5 a 10 metri, chiamati nel paese *kurgans*, dei quali non si conosce l'origine; ma che riuscirono di grande utilità agli operatori. Nella porzione seguente di 140 miglia fino ai contorni di Georgiewsk, il terreno è più ineguale e meno spogliato di vegetazione; la città di Stauropol ivi domina la provincia di quà dal Caucaso, essendo posta sopra un altipiano, elevato di 500 metri sul livello del mar nero.

Da Georgiefsk fino a Naur sopra una distanza di 100 miglia il terreno torna ad esser deserto, ed è posto in pendenza. A Naur poi comincia un terreno deserto anch'esso, ma di diversa natura, assomigliando ad un mare di sabbia sconvolto dalla tempesta; su questo e sul restante paese fino al mare Ircano, sparso quà e là di paludi, i lavori geodetici riuscirono estremamente difficili e penosi.

Queste operazioni cominciarono a Kagalnik il 1°. Novembre 1836, e continuate fino all'approssimarsi dell'inverno; vennero riprese il 6 Aprile 1837, e prolungate senza interruzione fino al 14 Luglio. La stagione dei grandi calori obbligò gli astronomi a sospendere le misure per quattro settimane, per riprenderle il 10 Agosto, e continuarle fino al giorno 31 Ottobre in cui furono condotte a compimento.

Mediante l'erezione successiva di 124 segnali situati di preferenza sui tumuli sopra descritti, si riuscì a misurare una catena di rombi allungatissimi uniti fra di loro per le punte delle diagonali maggiori, come si vede nel *Vol. VI. Tav. II. fig. 1.* La somma di tutte le diagonali arrivava a 475 miglia. Si ebbe poi l'avvertenza di fare in modo, per quanto era permesso dalle località, che queste fossero prossimamente fra loro eguali e di soli 7 od 8 mila metri di lunghezza; la quale limitazione non sarebbe stata lodevole se si fosse trattato della misura d'un grado terrestre, ma era invece di gran vantaggio dal lato dell'esattezza in un lavoro che aveva per principale scopo la livellazione di due luoghi lontani. Le lunghezze dei lati non erano poi dedotte, come si pratica comunemente, da una sola base misurata, passando successivamente da un triangolo all'altro per mezzo di calcolo trigonometrico, e giungendo ad una seconda base di

verificazione; ma invece molte piccole basi, in numero di 123, aventi una lunghezza di soli 3 o 400 metri, vennero misurate a mezza strada fra ciascuna coppia di segnali contigui. Ogni base veniva a formare una croce col lato rispettivo, cosicchè uniti i due estremi del lato coi due estremi della base, si veniva a costruire ciascun rombo, di cui misurati gli angoli si riusciva a determinare i lati. A questo fine sarebbe bastato misurare i tre angoli dei due triangoli che insistono sulla base, ma per maggior sicurezza furono misurati gli otto angoli formati ai quattro estremi della croce.

Osserva il sig. W. Struve, che colla ripetizione delle basi si viene ad evitare quell'accumulazione di errori nelle distanze da determinarsi che si ha principalmente a temere nelle triangolazioni concatenate. Nel metodo qui adottato i piccoli errori possibili sono indipendenti gli uni dagli altri, e quindi da considerarsi come fortuiti; cosicchè invece della somma di tutti gli errori presi positivamente, non si ha a temere che il valor probabile della somma degli errori positivi diminuita della somma dei negativi. Applicando al presente caso il calcolo delle probabilità, egli trova che l'incertezza presumibile sulla somma dei lati non può essere che di metri 31.

All'accumulazione poi degli errori che avrebbe potuto aver luogo negli azzimutti l'uno dall'altro dedotti, si è procurato di ovviare col determinare la direzione di 9 fra i 123 lati. Sarebbe stato desiderabile che in quest'opera voluminosa consacrata a conservare la più minuta traccia delle osservazioni fatte, si fosse pôrta una qualche descrizione del metodo con cui furono misurate le basi, le quali per la loro piccolezza richiedevano d'essere stabilite con una particolar precisione. Ma di ciò nulla si dice. Nell'elenco però degli stromenti che hanno servito alla spedizione si annoverano due campioni in ferro di tre piedi e mezzo, ed una catena pure in ferro. Ora poichè i campioni sarebbero stati troppo corti per servire di pertiche nella misura della base, dobbiam supporre che essa sia stata presa colla catena. Da questa operazione furon dedotte, come lavoro accessorio, le posizioni geografiche di 32 luoghi rimarchevoli, rifo-

riti per le città e pei villaggi alla chiesa principale, e pei monti alla loro sommità.

Viene poi l'Autore alla parte essenziale dell'impresa che consisteva nel valutare le differenze successive di altezza fra i centoventiquattro punti di mira, e ciò col mezzo degli angoli di elevazione o di depressione osservati, ritenute come cognite le distanze orizzontali. Queste differenze riunite fornirono il livello relativo dei due punti estremi, dei quali l'elevazione perpendicolare sopra la superficie dei due mari venne direttamente misurata. Sui dati registrati nell'opera ho costrutto il piano della livellazione nella scala di uno a due milioni e quattrocento mila per le distanze orizzontali (che è quella stessa usata dall'Autore nella carta della triangolazione, impropriamente intitolata *Karte zum Nivellement*) e nella scala di uno a due mila e quattrocento per le elevazioni segnate dalle linee verticali (vedi *fig.* 2.). Da questo piano si rileva che il suolo presentò due massimi di elevazione, l'uno al quarantesimo sesto, e l'altro al cinquantesimo nono segnale, entrambi di circa cinquecento metri (1).

Gli angoli d'elevazione o di depressione erano dagli astronomi osservati nelle ore pomeridiane fra le 3 $^{1}/_{2}$ e le 6; epoca della giornata nella quale le immagini degli oggetti lontani si presentano con meno ondulazioni, essendo più stabile l'effetto delle rifrazioni terrestri. Tre osservatori si distribuivano su tre punti contigui, e si regolavano in modo che i tempi di mezzo delle serie delle distanze dal vertice reciproche coincidessero fra di loro entro un minuto primo.

Ma nel tempo che si prendevano da due di essi le distanze dal vertice reciproche dei segnali successivi, il terzo le prendeva dai termini delle piccole basi, con che veniva

(1) Per facilitare il confronto delle scale noteremo che il sistema metrico adottato in Russia presenta i seguenti ragguagli:

La sagena, *saken*, è precisamente di 7 piedi inglesi, e quindi di metri 2,1335615, essendo il piede inglese di metri 0,3047945.

L'archina o arschina è il terzo della sagena, e quindi di metri 0,7111872.

La wersta, misura itineraria, è di 500 sagene, o di 1500 arschine, e perciò di metri 1066,7807; perciò il grado medio del meridiano essendo di metri 111111 $\frac{1}{9}$, conterrà werste 104 e 1555 dieci millesimi.

ad ottenersi non solo una controlleria di tutte le operazioni, ma la possibilità di determinare con cinque serie, affatto fra loro indipendenti, la differenza di livello che si cercava. I cinque risultamenti concordano fra di loro entro il limite di mezzo metro, e mostrano per un medio che il mar Caspio è realmente depresso sotto l'Eusino di metri 26, ossia piedi parigini 80.

In tutta l'opera non ho trovato alcun cenno di termini o d'jdrometri che siano stati stabiliti per fissare il punto dell'altezza media delle acque. Quanto al mar nero, è facile il persuadersi che la sola alterazione di livello che vi potrebbe aver luogo, che è quella prodotta dalle maree, vi sia affatto impercettibile; ma quanto al Caspio, che è mare chiuso e che riceve molti considerabili influenti, potrebbe dubitarsi che fosse soggetto a quelle variazioni periodiche, quali si osservano nei nostri laghi.

Lungo la linea d'operazione e per uno spazio di 170 miglia i tre osservatori ebbero continuamente in prospetto l'immensa catena del monte Caucaso, e quindi non vollero trascurare l'opportunità di determinare la posizione geografica e l'altitudine di varie delle sue punte le più rimarchevoli., ed in pari tempo di raccogliere dei dati preziosi concernenti le rifrazioni terrestri. La punta più alta tra le osservate è quella occidentale dell'Elbrus, la quale si trovò elevata di metri 5643 sul livello dell'Eusino, e quindi di metri 841 superiore al nostro monte bianco. Dalle altezze angolari di queste punte prese a distanze diverse, che variarono da 6 fino a 100 miglia, ed a temperature che passarono da —2 a +22 gradi del termometro di Réamur, il sig. W. Struve ha fondata una nuova determinazione del valor medio della rifrazione terrestre e delle vicissitudini a cui va soggetta. Su quest'argomento importantissimo da lui ampiamente e dottamente trattato molto mi resterebbe a dire, massime che io pure fin dall'anno 1822 ho istituite delle indagini analoghe a queste (1), allorchè incaricato dei lavori

(1) Vedi l'opera pubblicata dalla Commissione Austro-Sarda col titolo: *Mesure d'un Arc de parallèle moyen*; à Milan, 1827, Tom. II. pag. 381.

geodetici in Piemonte, in Savoja ed in Borgogna, ebbi l'opportunità di osservare le sommità del monte Bianco, del monte Viso, del monte Rosa e della Rocca Melone da stazioni lontanissime fra di loro. Ma l'esposizione della teoria dell'astronomo di Pietroburgo richiederebbe il sussidio di calcoli complicati che non possono collocarsi in una lettura accademica.

Un' altra depressione della superficie del nostro pianeta meno estesa di quella del bacino del Caspio, ma assai più rimarchevole, si è quella che presenta il mar morto, il quale può considerarsi come un prolungamento della valle del Giordano.

L'Inghilterra e gli Stati Uniti di America, per quella mirabile energia che è propria di questi due governi, hanno fatto l'inaudito tentativo d'inviare sul fiume e sul mare sopra mentovati una spedizione nautica per imporre fine all'ignoranza in cui rispetto alla loro configurazione erano stati finora i popoli civilizzati.

L'ammiragliato britannico aveva in prevenzione fatto stabilire per mezzo d'una triangolazione eseguita dal capitano Simonds il livello sul mare Mediterraneo del lago di Tiberiade e la pendenza delle acque del Giordano, e fatti prendere inoltre varj scandagli del fondo del mar morto. Dopo di ciò nell'anno 1847 il luogotenente Molineaux, capo d'una seconda spedizione, fu incaricato di discendere lungo la corrente del fiume fino al mare nel quale si dilata. Ma questo tentativo ebbe un successo non del tutto compito dal lato della scienza, e disgraziatissimo per gl'individui che ne avevano l'incarico. I Beduini che abitano nei contorni lo contrariarono in ogni maniera, s'impossessarono della barca e gettarono l'equipaggio nel deserto, privo d'ogni soccorso ed esposto a morirvi di fame. Il capitano giunse bensì a ricuperar la sua barca, a riporre su di essa due de' suoi uomini ch'erano riusciti a raggiungerlo, ed a riprendere la navigazione fino all'Asfaltide, ma qui un uragano lo sorprese; passò due giorni orribilmente spinto dalle onde, ed avendo alfine ripreso terra, vittima dei disagi sostenuti, lasciò ivi poco dopo la vita.

Un anno non era ancora trascorso dall'epoca di questa infelice spedizione, allorchè gli Stati Uniti di America vollero ripetere il tentativo. Essi vi spedirono, sotto la condotta del capitano Lynch, un vascello sul quale erano caricati due battelli, l'uno di ferro e l'altro di rame. Questi vennero sbarcati a S. Giovanni d'Acri, e portati a dorso di cammelli fino al lago di Tiberiade. La navigazione sul fiume cominciò nell'Aprile dell'anno 1848; dieci giorni furono impiegati a percorrere la distanza di sole quaranta miglia in linea retta che separa il lago di Tiberiade dall'Asfaltide, e venti a far il giro di quest'ultimo. Prima di abbandonarlo gli Americani costrussero una gran zattera che con un'àncora fu fissata non lungi da Engaddi in luogo ove la profondità dell'acqua era di 180 piedi, abbastanza rimota dalla riva onde fosse inaccessibile agli Arabi che abitano nei contorni. Sulla zattera fu inalberata la bandiera degli Stati Uniti, affine di conservare per molti anni avvenire la memoria del possesso preso di quelle acque riputate per sì lungo tempo inospite ed innavigabili.

Ho riferito rapidamente la storia, forse a tutti voi già nota, di queste tre memorabili spedizioni, per venire al punto essenziale del confronto fra la depressione del bacino del Caspio e quella del bacino dell'Asfaltide. I navigatori Americani trovarono il livello del lago di Tiberiade di piedi 612 o metri 199 inferiore al mar Mediterraneo; il livello del mar morto circa del doppio, cioè di 1235, o metri 401.

In queste determinazioni sarebbe vano il cercare l'esattezza che presentano i livelli con tanto apparato di stromenti e di operazioni stabilite dagli astronomi di Pietroburgo. Probabilmente gli Americani non avevano a loro disposizione che il sussidio di alcuni barometri; le misure da questi ultimi pubblicate mostrano intanto che il bacino del mar morto, se da una parte si estende a molto minore spazio di terreno di quello del Caspio, trovasi per l'altra ad una depressione sotto il livello del Mediterraneo sette od otto volte maggiore.

Oltre queste determinazioni, i navigatori degli Stati Uniti raccolsero ben 150 scandagli della profondità del fondo,

delle quali la maggiore giungeva a 1227 piedi; cosicchè in quel luogo il fondo era depresso sotto il Mediterraneo di piedi 2452, o metri 800.

Sarebbe cosa desiderabile che il Governo di Pietroburgo facesse eseguire gli scandagli anche sul Baltico, o li facesse pubblicare se mai fossero stati presi; sarebbe in oltre un'opera importantissima per la conoscenza della configurazione del globo che la livellazione del Caspio fosse stesa fino al lago o mare d'Aral, onde conoscere se questo formi parte del grande sprofondamento.



SUGLI EQUIVALENTI DEI CORPI SEMPLICI; MEMORIA DI J. DUMAS.

(*Comptes Rendus*; 9 *Novembre* 1857).

Ci affrettiamo a comunicare ai nostri lettori le conclusioni principali di un grande lavoro di Filosofia chimica di Dumas.

I Chimici sanno che due opinioni sono in campo sulle relazioni degli equivalenti. Una di queste opinioni seguita da Berzelius, considera gli elementi semplici della chimica minerale come esseri distinti, indipendenti gli uni dagli altri, di cui le molecole non hanno altro di comune che la loro eternità nello stato primitivo: quindi tante materie distinte, quanti sono gli elementi chimici.

L'altra opinione consiste nel supporre che le molecole dei diversi elementi attuali, come nell'ipotesi della formazione dei corpi celesti per la condensazione della materia nebulosa, possano essere costituite dalla condensazione di una materia unica, come sarebbe l'idrogene, ammettendo per vera la relazione e l'unità indicate per la prima volta dal Dott. Prout. Secondo questa stessa opinione eguali quantità di questa unica materia possono, per disposizioni

molecolari diverse, costituire degli elementi dello stesso peso ma dotati di proprietà distinte. Nè ripugna a questa idea considerare le molecole di un elemento intermediario fra due elementi della stessa famiglia come prodotte dall'unione di due mezze molecole degli elementi estremi. Infine queste opinioni assimilano per la loro presunta costituzione i radicali supposti semplici della chimica minerale ai radicali composti della chimica organica di cui la costituzione ci è nota, colla differenza però che i primi avrebbero una stabilità infinitamente più grande dei secondi, talchè le forze di cui la chimica dispone oggi, sarebbero insufficienti per operarne la separazione. Ecco alcune questioni e le risposte come sono formulate nell' estratto presentato all' Accademia dall' illustre Autore.

Prima questione. — *Gli equivalenti di tutti i corpi semplici sono dei multipli degli equivalenti dell' idrogene per numeri interi?*

L' idrogene essendo preso per unità, l' ossigene è rappresentato da 8, il carbonio da 6, l'azoto da 14. Dumas ammettendo che l'equivalente dell'argento sia rappresentato da 108, trova che per convertire 108 grammi d'argento in cloruro sono necessarii 35,5 grammi di cloro. Anche dalle esperienze fatte sul rame resulta che l' equivalente di questo metallo è compreso fra 31 e 32.

La risposta a questa prima questione sarebbe dunque, *che gli equivalenti dei corpi semplici sono quasi tutti dei multipli per numeri interi dell'equivalente dell'idrogene preso per unità; vi sono però alcuni corpi semplici, per esempio, il cloro, i quali dovrebbero essere riferiti alla metà dell'equivalente dell' idrogene.*

Seconda questione. — *Esistono dei corpi semplici di cui gli equivalenti stanno fra loro come 1:1 o come 1:2?*

L' Autore si è assicurato con esperienze proprie e rigorose che il molibdeno e il tungsteno uniti per l'intima analogia di tutte le loro chimiche proprietà e per essere le loro densità nel rapporto di 1 a 2 e per avere identici i loro volumi atomici, pure non hanno, come si era creduto, i loro equivalenti in un rapporto semplice. In realtà i loro

equivalenti sono 48 e 92. Non si deve però concludere che la risposta è negativa in tutti i casi. L'Autore ha di nuovo determinato l'equivalente dello zolfo e si è assicurato che l'equivalente di questo corpo è 16 cioè doppio di quello dell'ossigene. Esistono finalmente dei corpi di cui gli equivalenti sono simili come sono il cromo ed il manganese.

La risposta è dunque, che vi sono dei corpi analoghi per le loro proprietà e di cui gli equivalenti stanno fra loro come 1 : 1 o come 1 : 2, ma è pur vero che vi sono dei corpi molto analoghi fisicamente e chimicamente di cui gli equivalenti non sono in questi rapporti così semplici.

Terza questione. — *Dati tre corpi semplici appartenenti alla stessa famiglia naturale, l'equivalente del corpo intermediario è sempre eguale alla metà della somma degli equivalenti dei due corpi estremi?*

La chimica possiede molti esempii che rispondono affermativamente a questa questione. Infatti 16 + 64 che sono gli equivalenti dello zolfo e del telluro danno 80, di cui la metà 40 rappresenta presso a poco l'equivalente del selenio.

20 + 68, equivalenti del calcio e del bario danno 88 di cui la metà 44 rappresenta l'equivalente dello stronzio.

7 + 39, equivalenti del litio e del potassio danno 46 di cui la metà 23 è l'equivalente del sodio. Ma a lato di questi esempii ne esiste uno contrario a questa relazione. Il cloro, lo jodio e il bromo sono forse i corpi i più analoghi che si conoscano per le loro chimiche proprietà. L'Autore dopo aver di nuovo verificati gli equivalenti del bromo e dell'jodio, e trovatili eguali a 80 e 127 e ammettendo per l'equivalente del cloro 35,5 conclude che l'equivalente del bromo non può ritenersi, benchè sia molto prossimo, eguale alla metà della somma degli equivalenti del cloro e dell'jodio.

Può dunque ammettersi che per tre corpi della stessa famiglia questa relazione può esistere; ma è pur vero che non si verifica per altri corpi molto analoghi per le loro affinità.

Quarta questione. — *I numeri che rappresentano gli equivalenti dei corpi semplici propriamente detti, appartenenti alla stessa famiglia naturale, offrono essi nella loro generazio-*

ne leggi analoghe a quelle trovate nella generazione dei numeri che rappresentano gli equivalenti dei radicali organici della stessa serie naturale? Esistono diverse serie di radicali organici di cui gli equivalenti e il modo di generazione sono perfettamente conosciuti; questi sono, il metilio, l'etilio, propilio, butilio, ec. cioè C^2H^3, C^4H^5, C^6H^7, C^8H^9.... C^nH^{n+1}, di cui gli equivalenti si rappresentano coi numeri 15, 29, 43, 57, ec. L'equivalente del primo di questi corpi essendo 15 si hanno gli equivalenti dei successivi aggiungendo sempre 14 all'equivalente che precede. Questa serie rappresenta dunque una progressione ascendente aritmetica di cui la ragione è 14 e il primo termine è 15. In questa serie dunque prendendo tre qualunque dei suoi termini contigui si verifica sempre, che il termine medio ha per equivalente la semisomma degli equivalenti dei due estremi. La formula $a+nd$ rappresenta dunque la generazione di tutti questi radicali, chiamando a il primo termine e d la differenza.

Per altro i radicali organici non si formano solo per addizione come nel caso precedente, ma si formano anche per sostituzione, come avviene negli ammonii composti. Infatti il radicale Az H^4 dà origine a un gran numero di ammonii composti, nei quali 1, 2, 3, 4, ec. equivalenti d'idrogene possono essere rimpiazzati da 1, 2, 3, 4, ec. equivalenti di metilio, etilio, propilio, ec. ciascuno di questi carburi d'idrogene potendo intervenire con una o più molecole purchè la somma di queste non superi 4. Noi avremo dunque come formula degli ammonii composti, prodotti da questi carburi d'idrogene d, coll'ammonio a, la formula generale

$$
\begin{array}{l} a+n\,d \\ d' \\ d'' \\ d''' \\ \text{ec.} \end{array}
$$

n essendo un numero intero eguale a 4 o al di sotto e d, d', d'', d''' ec. i pesi degli equivalenti rispettivi di ciascuno dei carburi d'idrogene della serie $C^n\,H^n$.

Nei due esempi citati il primo corpo della progressione, cioè il metilio o l'ammonio che abbiamo rappresentato con a non cambiano e si trovano in tutti i composti col coefficiente 1. Ma esistono degli altri radicali composti organici nei quali questa costanza non esiste. Questi composti formano la serie dei stannetili, rappresentati dalla formula $na + nd'$.

Premesse queste considerazioni sui radicali composti organici, l'Autore passa a studiare gli equivalenti dei corpi semplici che appartengono alla stessa famiglia naturale.

Le cifre 19; 35,5; 80 e 127, sono gli equivalenti del fluore, cloro, jodio, e bromo. Rappresentando con a il fluore, con d la differenza fra fluore e cloro e con d' una differenza complementaria necessaria per passare dal cloro al bromo si hanno le espressioni seguenti:

a	in numeri 19	Fluore
$a + d$	$19 + 16{,}5$ . . $= 35{,}5$	Cloro
$a + 2d + d'$	$19 + 33 + 28 = 80$	Bromo
$2a + 2d + 2d'$	$28 + 33 + 56 = 127$	Jodio

Anche fra l'azoto, il fosforo, l'arsenico, l'antimonio e il bismuto si è trovata una relazione analoga espressa, dalle formule seguenti:

a	in numeri 14	Azoto
$a + d$	$14 + 17 = 31$	Fosforo
$a + d + d'$	$14 + 17 + 44 = 75$	Arsenico
$a + d + 2d'$	$14 + 17 + 88 = 119$	Antimonio
$a + d + 4d'$	$14 + 17 + 176 = 207$	Bismuto

Fra il carbonio, il boro, il silicio e il zirconio esiste pure una relazione analoga:

a	in numeri 6	Carbonio
$a + d$	$6 + 5 = 11$	Boro
$a + 3d$	$6 + 15 = 21$	Silicio
$3a + 3d$	$18 + 15 = 33$	Zirconio

Per ultimo esempio l'Autore cita il gruppo dell'ossigene, solfo, selenio, e tellurio di cui gli equivalenti sono 8, 16, 40 e 64. Possono quindi rappresentarsi con una delle due serie seguenti:

a	oppure	a
$2a$		$a + d$
$5a$		$a + 4d$
$8a$		$a + 7d$

L'analogìa indica che la seconda espressione deve essere preferita perchè più conforme alla regola comune.

Gli esempi citati bastano a mostrare le analogie che esistono fra le famiglie dei corpi semplici non metallici e le famiglie dei radicali organici; e potrebbero citarsi anche analogie simili fra le famiglie naturali fornite dai metalli.

La conclusione alla quale si ferma l'Autore, dichiarando che spetta all'esperienza a fornire in seguito nuovi appoggi a queste asserzioni, è favorevole all'idea fondamentale del D.r Prout, purchè per certi corpi l'unità sia scelta in un elemento di un ordine inferiore all'idrogene quanto al peso. L'Autore ammette pure che una certa conformità di costituzione sembra esistere fra i radicali organici e i radicali della chimica minerale che si chiamano corpi semplici. L'Autore chiude la sua memoria colla risposta alla quarta questione che è la seguente: *se gli equivalenti dei corpi semplici appartenenti ad una stessa famiglia naturale costituiscono sempre una progressione aritmetica alla maniera degli equivalenti dei radicali organici, la ragione di questa progressione, spesso costante, è però in qualche caso rimpiazzata in alcuni termini della progressione da una ragione equivalente, ciò che nasconde la semplicità della legge.*



FOTOGRAFIA DELLA LUNA; DEL SIG. W. CROOKES.

(*Proceed. of Royal Society*, 12 *Feb.* 1857).

Ci limiteremo a descrivere il processo fotografico seguito dall'Autore onde ottenere la fotografia del nostro satellite: il telescopio adoperato era quello dell'equatoriale famoso dell'Osservatorio di Liverpool. La politura delle lastre di cristallo, operazione molto importante nel buon esito di questo processo, era eseguita nel modo seguente. Le lastre sono immerse in una soluzione calda di potassa e più volte lavate con questo liquido; indi dopo essere state nell'acqua sono immerse nell'acido nitrico caldo (una parte d'acido e tre d'acqua) nel quale si lasciano per una mezz'ora. Un pezzo di pelle di camoscio più volte lavato prima in una soluzione di carbonato di soda, indi nell'acqua pura e poi strizzata fortemente. La lastra di vetro tolta dall'acido nitrico e abbondantemente lavata coll'acqua pura è scrupolosamente pulita con questa pelle: questa operazione era rinnovata più volte finchè la lastra era perfettamente secca. Prima di usare la lastra che è stata tenuta sotto una campana, si ripulisce di nuovo con una tela fine. Allora si versa il collodione sulla superficie polita della lastra che è preparata nel modo solito.

Il bagno d'argento è riscaldato a 30° C per favorire l'azione, naturalmente ritardata dalla bassa temperatura a cui si era costretti ad operare. La carta solubile per il collodione era preparata nel modo seguente:

Si fa un miscuglio di

Acido nitroso del commercio; grav. spec.	1, 43 . .	4 oncie.
Acido nitrico del commercio	1, 37 . .	id.
Acido solforico	1, 82 . .	8 oncie.

In questo miscuglio lasciato raffreddare fino a 50° C un

foglio di carta di feltro di Svezia tagliato in pezzetti è lasciato per mezz'ora. Il miscuglio era indi versato in molta acqua, era tolta la carta e posta sopra uno staccio e lavata con un filetto d'acqua per un quarto d'ora; poi si lava con una soluzione diluita d'ammoniaca e di nuovo in molt'acqua; finalmente la carta così trattata è compressa fra due strati di tela e poscia lasciata all'aria per asciugarsi.

Il collodione era preparato con

Etere solforico; grav. spec. 0,725 rettificato sulla potassa	5 oncie
Alcole assoluto	3 id.
Carta solubile disseccata a 100° C	50 grani
Joduro di cadmio puro	30 id.

L'alcole e l'etere erano mescolati insieme e poi era aggiunta la carta coll'joduro di cadmio. La soluzione della carta presto era completa e dopo 24 ore la metà del liquido limpidissimo soprastante era decantata e versata in una boccia.

Il bagno del nitrato d'argento era ottenuto sciogliendo un'oncia di nitrato d'argento cristallizzato puro e neutro in due oncie d'acqua coll'aggiunta di una soluzione di 4 grani di joduro di cadmio in un'oncia d'acqua e di $\frac{1}{4}$ d'oncia della soluzione di collodione sopra descritta e di tanta acqua per formare il volume di 10 oncie. Questo miscuglio è lasciato per molte ore alla temperatura di 25° C e indi filtrato. Questo liquido è versato in un vaso di guttaperca e riscaldato a 30° C prima di usarlo.

La soluzione sviluppante consiste di

Acido pirogallico puro	8 grani
Acido citrico cristallizzato	16 id.
Acqua	8 oncie
Alcole	$\frac{1}{2}$ oncia

Questa soluzione sviluppante è molto lenta nella sua azione giacchè richiede 15 o 20 minuti, ma le prove negative

che si ottengono sono pure, di un buon vigore e preferibili a quelle ottenute con altri metodi. La soluzione impiegata per fissare è la solita soluzione quasi satura di iposolfito di soda. Dopo l'uso di questa soluzione la prova è lavata con acqua calda seccata dinanzi al fuoco e verniciata colla soluzione solita di ambra nel cloroformio.

L'Autore passa in rivista i diversi tentativi fatti di fotografia lunare e dice che col telescopio di Hartnup che ha 12 e $\frac{1}{2}$ piedi di fuoco e 8 pollici di apertura, ciò che aumenta di 35 volte l'intensità dell' immagine della luna al suo fuoco, egli ha potuto ottenere una prova negativa della luna, perfetta e intensa in 4 secondi.

Paragonando ciò che si fa coll'obbiettivo del telescopio di Liverpool, al potere della lente di un apparecchio ordinario e di cui la lunghezza focale è circa 19 volte la sua apertura e l'immagine della luna essendo copiata in 4 secondi, si trova che è uguale a copiare le pietre arenarie illuminate dal sole in quattro secondi con una lente di 4 pollici e $\frac{1}{2}$ di fuoco e un poco meno di $\frac{1}{4}$ di pollice di diaframma, oppure con una lente composta avente l'apertura di un pollice e l'istessa lunghezza focale, in $\frac{1}{4}$ di secondo.





…ivello del mar d'Azof

…ivello del mar Caspio

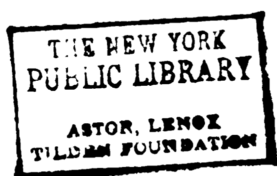
…umero delle Stazioni

…erste

…iglia italiane

…igliaja di poll. inglesi per le altezze

…di poll. inglesi per le distanze


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION

Alla Memoria

DI CESARE BERTAGNINI

Le nostre prime parole devono essere di amaro compianto per l'Amico e Collega perduto!

Quando la lunga vita di uno Scienziato si estingue placidamente fra le pure soddisfazioni di una fama meritata e non peritura, l'animo nostro si conforta nell'ammirare un destino sublimemente compiuto; è lo spettacolo di un astro che compie il suo corso dopo avere sparso intorno a sè luce e calore. Ma altrettanto dolorosa e crudele per il nostro povero spirito è la fine immatura di un Uomo, di cui la breve vita trascorse in una continua lotta fra l'operosità dell'ingegno e la debolezza del corpo e che acquistava la coscienza delle proprie forze e della pubblica estimazione nel momento in cui doveva rassegnarsi a morire. Questa fu la sorte di CESARE BERTAGNINI di Montignoso che, toccata appena l'età di 30 anni, moriva in Viareggio il 23 Dicembre del decorso anno per la malattia polmonare che fin dalla prima gioventù lo insidiava.

Noi non possiamo in questa circostanza che ricordare le intitolazioni delle Memorie più importanti pubblicate dal BERTAGNINI: ma pur troppo questa lista sola dei lavori di un Uomo che ebbe un'esistenza così breve e sofferente, basta a mostrare quanto è grave la perdita che abbiamo fatta.

1. Sulla natura degli acidi del *Solanum Lycopersum* e del *Cerasus Capranica*.
2. Della produzione artificiale nell' organismo animale dell' acido ippurico per la sola ingestione dell'acido colalico.
3. Dell'accoppiamento dell'acido nitrico coi prodotti della serie benzoica e dei derivati ottunati.
4. Sulla combinazione delle aldeidi coi bisolfati alcalini; lavoro che apre un nuovo campo di ricerche chimiche e offre un processo sicuro per preparare le aldeidi perfettamente pure.
5. Sulla produzione dell'amarina e della forfurina, e sopra un nuovo alcaloide, l'anisina.
6. Sulla fillirina, lavoro importante di cui i principali risultati furono annunziati fino dal 1854. Questa sostanza, come la salicina e la popolina, si scinde in filliginina ed in glucosio, e trattata col cloro, col bromo, e coll'acido nitrico dà una serie di prodotti cristallizzati, dei quali sarà pubblicata la storia in questo Giornale sul manoscritto lasciato dal Defunto.
7. Sull' alcole anisico, in comune col Prof. Cannizzaro.
8. Sulle alterazioni che provano alcuni acidi nell'organismo e specialmente sulla formazione dell'acido salicilurico per l'ingestione dell'acido salicilico che si combina colla glicocolla.
9. Sulla formazione artificiale dell'acido cinnamico, dal quale lavoro risulta che per mezzo degli acidi $C^n H^n O^4$ e delle aldeidi si può ottenere una nuova serie di composti.

Nelle poche lezioni di Chimica che gli fu concesso di dare, mostrò il Bertagnini tutte le doti di un abile Professore. Fu pure Collaboratore attivissimo di questo Giornale, specialmente nei suoi primordi. In ogni ufficio che ebbe, discepolo, ajuto preparatore della Scuola di Chimica, Professore, le stesse virtù d'animo e di mente gli furono scorta invariabile: amava con passione il lavoro ed era Chimico in tutti gli atti della vita, per lo scrupolo con cui compieva i suoi doveri, per l'esame minuto di tutti gli argomenti che lo interessavano. Una Madre intelligente e amorosissima, che lo istruiva fino ai quindici anni, educandogli l'animo alla virtù e alla religione, gli aveva anche insegnato a morir bene . . . come morì.

Pisa, 14 Gennajo 1858.

I Collaboratori.

STUDJ SULL'ESSENZA DI MANDERINO; DI S. DE LUCA.

I manderini sono i frutti del *citrus bigaradia sinensis* e del *citrus bigaradia myrtifolia;* essi hanno la forma di piccole arancie le cui corteccie esalano un odore molto soave, la cui polpa interna racchiusa in diversi compartimenti ha un sapore estremamente dilicato e leggiermente zuccherino. Gli arbusti che forniscono questi frutti sono molto abbondanti nella Sicilia, in talune parti delle Calabrie, nella China, nell'Algeria ed in diverse altre contrade dell'Europa.

L'essenza contenuta nella corteccia de' manderini, non si trova in commercio a cäusa del prezzo alquanto elevato di tali frutti ed in conseguenza, per quanto io mi sappia, non è stata finora esaminata chimicamente.

Lo studio di questa essenza da me cominciato fin dal decorso anno, mi è sembrato interessante, ed è perciò che l'ho continuato senza interruzione, e ne pubblico ora i risultamenti in questo giornale.

Ho avuto cura di preparare io stesso una certa quantità di questa essenza operando sopra 500 manderini scelti, e di prima qualità. Un altro saggio della stessa essenza l'avea fatto preparare, con molta cura, in Palermo, il mio amico sig. Barone Anca espressamente per me.

L'essenza proveniente da queste due preparazioni ha presentato gli stessi caratteri fisici e le medesime proprietà chimiche.

L'essenza di manderino preparata per espressione presenta una leggiera tinta giallo-citrina, essa è limpida, estremamente mobile e più leggiera dell'acqua; il suo sapore, per nulla sgradevole ricorda quello delle corteccie d'arancio; il suo odore soave e dilicato differisce da quello che esalano le essenze di arancio, di cedro, e di limone; essa bolle, e distilla alla temperatura di 178 gradi del termometro centigrado, e lascia un piccolo residuo in cui si ritrova la sostanza gialla che colorava l'essenza bruta. Il pro-

dotto distillato è senza colore, dotato dello stesso odore e dello stesso sapore.

La sua densità determinata alla temperatura di 10 gradi è eguale a 0,852 presa quella dell'acqua come unità: si è trovata la stessa densità sulle prime porzioni distillate, sulle ultime e sulle medie; la densità della stessa essenza determinata ad un' epoca anteriore sopra un altro saggio si è trovata eguale a 0,8517 a 12 gradi.

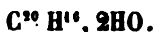
La composizione di questa essenza è rappresentata dalla formula $C^{20} H^{16}$ e sembra non contenere verun composto ossigenale.

Le analisi eseguite col metodo del Professor Piria, mi hanno fornito i numeri seguenti:

	I.	II.	III.
Carbonio	87,48	87,45	87,70
Idrogeno	11,97	11,97	11,96
	99,45	99,42	99,66

Quest' essenza è insolubile nell' acqua alla quale però comunica il suo aroma per mezzo dell'agitazione, solubile in 10 volte circa il suo volume di alcool; solubile in ogni proporzione nel solfuro di carbonio e facilmente solubile nell'etere. L'acido solforico concentrato a freddo, la colora in rosso, ma una tale colorazione sparisce quando vi si aggiunge dell'acqua, e nello stesso tempo si produce una tinta giallastra ed un leggiero intorbidamento. A caldo lo stesso acido la decompone e la carbonizza con produzione di acido solforoso; l'acido azotico non l'attacca a freddo e non la colora in rosso, ma esso acquista invece la tinta gialla dell' essenza bruta: a caldo lo stesso acido l'attacca con molta energia e con isviluppo di vapori nitrosi; dopo un tal trattamento si separa coll'addizione dell'acqua una sostanza giallo-chiara solida ed insolubile. L'acido idroclorico in soluzione concentrata, alla temperatura ordinaria colora in bruno l'essenza e dà origine ad una sostanza cristallina d'un

odore simile presso a poco a quello della naftalina ed avente la composizione indicata dalla formula:



$$C^{20}\,H^{16},\,2HO.$$

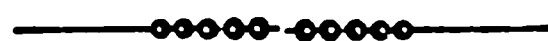
Questa sostanza cristallizzata rappresenta il bicloridrato dell'essenza, che è solida sotto la forma di piccole lamelle cristalline e trasparenti, fusibili e volatili, solubili nell'alcole e nell'etere ed insolubili nell'acqua.

Il gas acido cloridrico secco è facilmente assorbito dall'essenza alla temperatura ordinaria, e produce delle combinazioni del cui esame mi occupo in questo momento.

L'essenza mescolata con l'alcole e con l'acido nitrico e questo miscuglio lasciato in vasi che presentano una larga superficie, produce l'idrato dell'essenza.

L'essenza di manderino devia a destra il piano di polarizzazione della luce, e questo potere rotatorio determinato più volte con gli apparecchi dell'illustre sig. Biot, si è sempre mantenuto eguale a 85,5, sia operando sull'essenza proveniente da diverse preparazioni, e ad epoche differenti, sia determinando il potere rotatorio delle prime, delle ultime e delle medie parti ottenute nella distillazione dell'essenza.

Questo potere dunque è più energico di quello che si osserva nelle essenze della stessa famiglia (trementina, limone, arancio, bergamotte) che hanno la stessa composizione.



OSSERVAZIONI DIVERSE FATTE ALL'OSSERVATORIO DEL COLLEGIO ROMANO (1); CONGIUNZIONE INFERIORE DEL PIANETA VENERE; DI A. SECCHI.

Ad occasione delle congiunzioni inferiori di Venere col Sole si sono talora osservati dei fatti importanti per la co-

(1) Presentate all'Accademia de' Nuovi Lincei il dì 7 Giugno 1857.

stituzione fisica di questo pianeta, onde ho cercato di trar profitto dell'ultima avvenuta ai 9 del p. p. Maggio, usando tutta l'attenzione possibile per verificare taluno di que' singolari fenomeni che varii osservatori hanno detto aver veduto in simili circostanze.

Ho dunque cercato in prima se io poteva vedere tutto intero il disco del pianeta, ma questo non mi è stato possibile. Tuttavia ho veduto con sicurezza il prolungamento della falce della sottilissima fase notabilmente al di là di mezza circonferenza, talchè ho potuto ottenere nei migliori momenti una serie di misure perfettamente d'accordo tra di loro, tanto del diametro del pianeta, quanto della ampiezza della fase medesima visibile. La tenuità della larghezza della parte illuminata era estrema, e paragonandola alla spessezza dei fili micrometrici, conclusi che essa non superava 4 decimi di secondo. Ma questo stesso filetto così delicato non era dappertutto di uguale larghezza, ed in un luogo poco al di là della metà verso la punta inferiore apparente presentava una diminuzione repentina per un certo tratto, dopo il quale ripigliava la larghezza di prima, fenomeno sicuramente dovuto alla presenza di qualche macchia, che col nuovo strumento ho potuto vedere quasi abitualmente.

I risultati delle misure sono i seguenti:

Tm. di Roma 8 Maggio $22^h\ 19^m$ (computo astronom.).
Diametro di Venere . . . . 57″, 15
Seno-verso del segmento visibile 38″, 16

Una leggiera riduzione di questi dati fa vedere che l'estensione dell'illuminazione è di $19^\circ\ \frac{1}{2}$ da ciascun lato al di là della semicirconferenza. Se ammettiamo che questa diffusione luminosa sia prodotta dall'atmosfera di Venere, e sia analoga a quella dei nostri crepuscoli, si vede che questi devono avere in Venere una estensione maggiore che sulla terra, perchè noi non possiamo distinguere questa luce che in parte, cioè dove essa è più forte, a cagione della viva illuminazione dell'aria terrestre; eppure questa porzione già

si estende più che il crepuscolo terrestre che suole calcolarsi fino a 18°.

Non è quindi incredibile che talora siasi potuto vedere la parte oscura del disco del pianeta, del qual fatto non mi pare potersi più dubitare dietro le testimonianze del Mayer a Greifswalde 1759, 20 Ottobre; di Harding 1825, 24 Gennajo, 28 Marzo; di Schröeter 1806, 14 Febbrajo, e finalmente del P. De Vico e suoi colleghi 12 Aprile 1841 (1). So che alcuni per spiegare queste apparenze hanno invocato l'immaginazione, altri la luce delle Aurore Boreali, ma se tanta è la diffusione in pieno giorno, non è difficile che in favorevoli circostanze dopo tramontato il Sole, si possa vedere forse al di là e anche diffusa su tutta la parte oscura del disco la luce crepuscolare propria del pianeta di cui parliamo.

Ma una cosa ben più importante era quella di fare il paragone del diametro di Venere misurato in questa occasione e ridotto all'unità di distanza, con le misure prese da altri osservatori e in altri tempi, per scoprire, se fosse possibile, la sorgente delle tanto notabili divergenze che si hanno tra le varie determinazioni, alcune delle quali arrivano a dare a Venere un diametro notabilmente maggiore della terra.

Dalla precedente misura si ricava per il diametro di Venere all'unità di distanza il valore 8",206. Un'altra misura fatta il 9 Febbrajo di questo stesso anno con uno stato eccellente di atmosfera a 4 ore pomeridiane, mentre il Sole era tuttavia sopra l'orizzonte diede il risultato 8",259. Tanto queste misure che le precedenti e quelle che stò per dare, sono sempre concluse da almeno 6 misure doppie, generalmente concordi ai decimi di secondo.

Ma il giorno 8 Febbrajo avendo misurato con un cielo pure favorevolissimo poco dopo il tramonto del Sole, trovai . . . . 8", 625
e il 22 Dicembre 1856 a Sole tramontante . . . . . . 8", 600

La media delle misure di giorno è dunque . . . 8", 232
e quella delle misure di notte . . . . 8", 610
la differenza è assai forte. . . . . 0", 378

(1) V. Mem. Oss. Coll. Rom. 1840-41, pag. 65.

e non lascía alcun dubbio sulla realtà della divergenza tra i due risultati, nè si potrebbe dubitare della sua vera cagione, che pare dovere essere una diffusione apparente prodotta nel disco per l'irradiazione della sua luce vivissima.

È noto il bello esperimento di Powel del quadratino tagliato, e in astronomia si ha un fatto simile assai rimarchevole nel pianeta Marte, il quale, come ho notato altrove, veduto con ingrandimento di 300 volte nel nostro refrattore, mostra le due callotte polari bianche come due segmenti prominenti di più che 0", 25 sul resto del contorno del disco. Spingendo l'ingrandimento a 700 volte, la protuberanza sparisce, ma nulla assicura che il diametro apparente non sia ancora dilatato.

Un altro fatto più facile a riconoscere e che potrebbe servire a misurare l'effetto della irradiazione nei diversi istrumenti è il confronto tra il contorno del disco lunare illuminato di luce cenerina, e l'altro illuminato dal Sole. Le montagne lunari a questo limite pajono di una altezza enorme che le osservazioni di Luna piena non giustificano punto, e tuttavia il limite stesso della luce cenerina non è esente da irradiazione con un ingrandimento di 400 volte nel nostro cannocchiale, perchè io ho veduto delle stelle piccolissime sovrapporsi al disco in questa parte avanti di occultarsi.

Ritornando al pianeta Venere io credo che le misure di giorno sono preferibili alle altre, e che a tutte devono preferirsi quelle fatte nella circostanza della congiunzione inferiore, quando la forza dello strumento e la condizione dell'aria permetta di vedere l'arco illuminato oltre 180°; perchè allora oltre il vantaggio di maggiore vicinanza si fa la misura della distanza delle due cuspidi come di una stella doppia, onde restano eliminate molte di quelle irregolarità che sogliono produrre incertezze nella misura del diametro di pianeti mediante il micrometro filare.

Resta dunque assicurato alla Terra un diametro maggiore di Venere, giacchè il nostro pianeta all'unità di distanza si vedrebbe sotto un angolo di 8", 569.

Nuova stella nel trapezio di Orione.

Il sig. Porro dimorante a Parigi ha annunziato nel 18 Maggio p. p. la scoperta di una nuova stella nel trapezio di Orione, e precisamente nel centro di questa configurazione. Tale annunzio ha provocato da parte dell'illustre Direttore dell'Osservatorio di Parigi l'avvertenza che non si potrebbe ammettere la realtà di tale scoperta, finchè non venisse riconfermata.

Tale cautela è tanto ragionevole che nulla può dirsi di meglio, ed io di buon grado l'ammetto. Ma insieme credo necessario dovere qui pubblicare una mia osservazione fatta, fino dal 10 Febbrajo p. p. su simile soggetto, cui però aveva indugiato a pubblicare appunto per averne conferma da nuove osservazioni. Ma lo stato del cielo mi impedì di farlo allora e poscia mi dimenticai di ritornarvi sopra, perchè a dir vero non tengo la cosa di estrema importanza.

Tuttavia adesso che il sig. Porro ha pubblicato la sua scoperta, e che si desidera che venga confermata, non per togliere ad esso la meritata priorità ma solo per confermar quello che esso dice, presento all'Accademia l'originale stesso del mio registro di osservazioni. In esso adunque nella sera del 10 Febbrajo anno corrente trovo quanto segue sul trapezio di θ' Orione.

« Aria ottima: la 6ª stella del trapezio di Orione non « la vedo benchè l'aria sia ottima. Perchè? pare invece di « vedere una stelletta nel centro del trapezio »: segue quindi la misura di Rigel e soggiungesi: — « ottima vista, disco « netto con aria squisita ».

Che l'aria fosse ottima oltre le note qui allegate lo dicono le stelle misurate, tutte difficilissime (1) e si scelse questa serata per cercare se Atlante delle Pleiadi fosse semplice (come si trovò essere realmente), onde non mi so persuadere che vi fosse illusione. Mi dispiace di non aver fatto

(1) Tali sono le 910, 840, 849, 520, 749, del Catalogo di Struve.

figura, ma ciò fu appunto per non stare a perder tempo in serata così preziosa.

Il non aver poi veduto la 6ª del trapezio, al suo luogo mi è anche più strano, perchè io l'aveva osservata in circostanze assai meno favorevoli. Comincio quindi a credere che vi possa essere qualche variabilità, ed ecco un fatto curioso a questo proposito. La sera del 7 Marzo trovo notato così: « *La compagna della* D (nomenclatura di Struve) « *si vedeva benissimo al principio tanto che io non ricordan-* « *domi finora nulla* (nell'originale vi è una cancellatura ove « è sostituito *ricordandomi* alla parola *non sapendo*) *del sito* « *suo la riconobbi subito, ma poi dopo sparì, e col* 1000 *non* « *si vide. L'aria un poco si guastò ma non credo tutto esser* « *effetto di ciò* ». La 5ª E, è certo di 9ª in 10ª perchè porta la luce piena (del campo), anche quando il cielo è nebbioso.

Rivedendo questa osservazione ad occasione dell'attuale controversia sono sorpreso a vedere che la stella compagna a D non è la 6ª di Herschel; ma una probabilmente di quelle vedute gia dal P. De Vico, e poi perdute; nè posso dubitare della precisione della nomenclatura, perchè vi usai ogni diligenza attorno appunto perchè dovea confrontare le mie misure con quelle di Struve.

Da osservazioni fatte in serate ottime mi sono convinto (contro quello che dicono Herschel ed altri) che il trapezio stà ancor esso su di un fondo nebbioso, benchè meno carico del resto. Sarebbe mai questa nebbia che talora sovrapponendosi alle stellette venisse a coprirle o scoprirle, e quindi mostrare tali anomalie? Io propongo la questione, lasciandone la decisione alle future osservazioni, e ognun vede che queste sono nell'attuale circostanza di una importanza particolare. Con questa occasione presento all'Accademia il disegno della parte centrale della nebulosa di Orione nella quale le masse agglomerate sopra e sotto il trapezio sono evidentemente risolute in istelle.

Macchie Solari.

Secondo la previsione del sig. Wolf pare che il periodo decennale delle macchie solari abbia già passato il suo minimo sul finire dell'anno scorso. Quest' anno se ne sono già presentate parecchie, ma non avendo tempo da tenerne registro costante, mi sono contentato di prenderne di tanto in tanto le configurazioni, per non lasciare scorrere nessun gruppo grande inosservato. Ma non ho potuto a meno di non fare attenzione ad una macchia molto singolare che si è presentata nel Maggio p. p. e di cui presi un disegno il 6 Maggio alle 11^h e 30_m antim. (temp. civ.). Questa macchia mi parve molto interessante, per la forma dichiarata di vortice, che mostrava in tutta la sua estensione. Attirò specialmente la mia attenzione una lingua di fiamma in forma di spirale che prolungavasi nell'interno del nucleo. Il nucleo stesso non era nero, ma velato di una specie di cirro semilucido, e avvolto ancor esso a spirale, e di quà e di là dai lati della lingua suddetta, si vedevano due fori nerissimi sensibilmente rotondi. Avendo riosservato la macchia due ore appresso, la lingua era sparita e i due fori ridotti a uno solo più largo. Il diametro del nucleo era 17'', 5 circa e tutta la macchia colla sua penombra più di 74''. Il vano di questo abisso era dunque maggiore della nostra terra, e il cammino percorso dalla materia lucida in 3 ore fu una buona metà del raggio terrestre.

Qui devo ricordare che questa forma non è nuova. Il sig. Dawes ne osservò una simile nel 17 Gennajo 1852 (1) e vi scoprì una rotazione rimarchevole. Io non ho potuto verificare la rotazione, perchè come ho detto la lingua svanì così presto, ma avendo fatto durante la rotazione solare precedente la figura di alcune macchie, ho riconosciuto che la macchia attuale corrispondeva molto prossimamente al luogo di due che si erano vedute allora, e poscia ho veduto che essa si è divisa nuovamente in due, talchè non è diffi-

(1) V. Monthly not. Astr. Soc. Vol XII. pag. 169.

cile che lo stato attuale fosse il risultato dello scontro di due vortici.

Per queste osservazioni e quelle del sig. Dawes resta anche posto fuori di controversia che esistono nel sole delle specie di nubi meno luminose della fotosfera, ma sembra che tali nubi non sieno di apparenza costante (1).



NOTA SULLA COSTRUZIONE DI UN PRISMA BIREFRANGENTE PROPRIO A SERVIRE DI POLARIZZATORE; DI M. DE SENARMONT.

(*Ann. de Chim. et de Phys. T.* L. *p.* 480).

Ogni prisma birefrangente può divenire un polarizzatore alla condizione di lasciar passare uno dei fasci refratti e di escluder l'altro col mezzo di un diaframma. Quest'apparecchio dà tanto più di campo, quanto più i fasci divergono fra loro. Si possono costruire collo spato calcare dei prismi birefrangenti spesso preferibili ai prismi di Nicol. Si sà infatti che le faccie dei romboedri di clivaggio sono inclinate all'asse ottico di circa 45° 23′ 30″. Se dunque si riuniscono due romboedri colle loro faccie naturali, cioè nella situazione rovesciata che resulterebbe da un emitropìa, le loro sezioni principali coincidono e i loro assi ottici sono inclinati di 90° 47′. Si tagli in seguito nel primo cristallo una faccia normale al suo asse ottico e nel secondo cristallo una faccia parallela alla prima; quest'ultima sarà prossimamente parallela all'asse ottico del secondo romboedro. Questo insieme costituisce press'a poco un prisma di Rochon. Ogni raggio incidente normalmente alla prima faccia penetra sen-

(1) Questa macchia e altre che comparvero nelle successive rotazioni solari quando furono vicine agli orli presentarono il fenomeno del restringimento delle penombre osservato da Wilson, onde erano certamente cavità (7 Luglio 1857).

na biforcazione e dà nell'entrare nel secondo cristallo un raggio ordinario polarizzato parallelamente allo spigolo refrangente non deviato e perfettamente acromatico, poi un raggio straordinario polarizzato perpendicolarmente al primo, deviato all'emergenza di 9 a 10° e fortemente disperso.

Un tal prisma separa totalmente le due immagini e polarizza completamente il campo di un'apertura luminosa di 15^{mm} di diametro a 100^{mm} di distanza. Il fascio polarizzato è puro, omogeneo ed esente da quelle luci biancastre che alterano parzialmente il campo del prisma di Nicol: i raggi si ottengono normali alle faccie di entrata e sortita, ciò che presenta spesso dei vantaggi. La faccia normale all'asse ottico deve essere rivolta verso il raggio incidente quando l'apparecchio agisce come polarizzatore, mentre è volta verso l'occhio se agisce come analizzatore.



VALORI DELL'INDICE DI REFRAZIONE DI ALCUNE SOSTANZE TRASPARENTI IN FUNZIONE DELLA LUNGHEZZA DELLE ONDULAZIONI NEL VUOTO DI UN RAGGIO QUALUNQUE DELLO SPETTRO SOLARE; DOTT. A. FORTI.

Possedere delle formule che esprimano per ogni corpo trasparente l'indice di refrazione dei raggi dei varii colori dello spettro in funzione della lunghezza delle rispettive ondulazioni nel vuoto, è cosa che può essere utilissima in tutte le questioni di ottica, ove è duopo di considerare la dispersione della luce come operata con legge di continuità. A questo scopo ho calcolato l'indice di refrazione di tutte le sostanze solide e liquide che Fraunhofer ha sottoposte alla esperienza, facendo uso del processo impiegato dal ch. sig. Prof. Mossotti nella sua Memoria *Sull'analisi della luce per mezzo dei reticoli*, pubblicata nel 1°. volume degli *Annali* delle Università Toscane. Egli

stesso fece una prima applicazione di tali formule nella citata Memoria, e recentemente nella *Teoria degli strumenti ottici* pubblicata nei vol. IV e V degli *Annali*, ed ora riprodotta ed in corso di stampa in questo *Giornale* (*).

A schiarimento delle Tavole che seguono riporto le formule, di cui ha fatto uso nella citata Memoria l'illustre Professore che sono le seguenti:

$$(1) \qquad \frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(\phi + \psi)}{\text{sen}\,\frac{1}{2}\phi} = i + h + k$$

$$(2) \qquad 2\,\frac{\cos\frac{1}{2}(\phi + \psi + \frac{1}{2}x)}{\left\{\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 - 1\right\}\text{sen}\,\frac{1}{2}\phi}\,\text{sen}\,\tfrac{1}{2}x = h + \left\{\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 + 1\right\}k;$$

$$(3) \qquad \frac{1}{v_0} = i + h\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 + k\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4,$$

dove x denota l'angolo che il raggio D di Fraunhofer fa colle altre sei linee B, C, E, F, G, H, dello spettro. Il doppio segno $\pm$ di x è posto per indicare da qual lato del raggio D, lo stesso angolo è situato. Le due quantità λ_0 e λ rappresentano rispettivamente la lunghezza di ondulazione del raggio D e di quella variabile di un raggio qualunque corrispondente alle dette sei linee, e che espresse in milionesimi di millimetro, corrispondono ai numeri seguenti:

	B	C	D	E	F	G	H
$\lambda=$	688	656	589	526	484	429	393.

Le lettere *i*, *h*, *k* designano dei coefficienti indeterminati che variano da una sostanza all'altra e che devono soddisfare ai

(*) Il sig. Cauchy nelle sue Memorie *sulla dispersione della luce*, pubblicate a Praga nel 1836, si è pure occupato dello stesso soggetto con un processo fondato sopra altre considerazioni che conducono a delle formule, le quali trasformate a dare direttamente il valore dell'indice di refrazione, somministrano dei resultati numerici non affatto concordi con quelli che qui esibisco.

sei valori di x che sono somministrati dalle esperienze di Fraunhofer. Le indeterminate essendo in maggior numero delle equazioni da soddisfare, si è fatto uso per la loro determinazione del metodo dei *minimi quadrati*. Nelle applicazioni, giova spesso per la facilità dei confronti di riferire le lunghezze delle ondulazioni non a quella λ_0 corrispondente alla linea D, ma sibbene alla ondulazione λ_μ corrispondente alla linea media μ dello spettro reticolare; a questo effetto basta cangiare nelle dette formule λ_0 in λ_μ, e prendere

$$a = i \quad ; \quad b = h\left(\frac{\lambda_0}{\lambda_\mu}\right)^2 \quad ; \quad c = k\left(\frac{\lambda_0}{\lambda_\mu}\right)^4 .$$

Con questi cangiamenti si avrà

$$(3') \qquad \frac{1}{v_\mu} = a + b\left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 + c\left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^4 .$$

Il valore di λ_μ, espresso come superiormente, è

$$\lambda_\mu = 553{,}5 .$$

Finalmente volendo che il termine costante dell'espressione di $\frac{1}{v}$ rappresenti l'indice di refrazione corrispondente al raggio di refrazione media, porremo in (3')

$$\theta = \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 - 1, \quad \text{da cui} \quad \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 = 1 + \theta$$

con che si avrà

$$\frac{1}{v_\mu} = a + b\left(1 + \theta\right) + c\left(1 + \theta\right)^2 ,$$

ossia, sviluppando per le potenze di θ:

$$\frac{1}{v_\mu} = (a + b + c) + (b + 2c)\,\theta + c\theta^2$$

dove ponendo

$$\mathrm{a} = a + b + c \quad ; \quad \mathrm{b} = b + 2c \quad ; \quad \mathrm{c} = c \,,$$

si ottiene

$$(3'') \qquad \frac{1}{v_\mu} = \mathrm{a} + \mathrm{b}\theta + \mathrm{c}\theta^2 \,.$$

Infine dirò che per vieppiù assicurarmi deil'esattezza del valori ottenuti in queste Tavole, ne ho fatta un'applicazione per ciascuna delle sostanze indicate, alle linee H ed H che sono quasi alle estremità dello spettro, onde vedere se io tornava ad avere i valori dell'indice di refrazione che ne ha ottenuto lo stesso Fraunhofer. La coincidenza si estese in generale alla terza cifra decimale e in alcune sostanze anche alla quarta.



FLINT-GLASS NUM. 13.

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRIS. $=\varphi$	REFRAZ. DI D. $=\phi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
15°.	3.723	26° 24'.30"	17°.27'.8"	3'.16".0	9'.4".2	11'.50".0	10'.33".9	20'.23".9	18'.18".0

	DB	DC	DE	DF	DG	DH
X=	−12'.20".2	=−9'.4".2	=+11'.50".0	=+22'.23".9	=+42'.47".8	=+61'.5".8

Con questi dati, le equazioni (1) (2) diverranno

$$\frac{\text{sen}\ (21^\circ.\ 55'.\ 49'')}{\text{sen}\ (13^\circ.\ 12'.\ 15'')} = i + h + k$$

$$-2\frac{\cos(21^\circ.\,52'.\,44'')}{\left\{\left(\frac{589}{688}\right)^2-1\right\}\text{sen}(13^\circ.12'.15'')}\text{sen}(3'.5'',0)=h+\left\{\left(\frac{589}{688}\right)^2+1\right\}k$$

$$-2\frac{\cos(21^\circ.53'.32''.95)}{\left\{\left(\frac{589}{656}\right)^2-1\right\}\text{sen}(13^\circ.12'.15'')}\text{sen}(2'.16'',05)=h+\left\{\left(\frac{589}{656}\right)^2+1\right\}k$$

$$+2\frac{\cos(21^\circ.\,58'.\,46''.\,5)}{\left\{\left(\frac{589}{526}\right)^2-1\right\}\text{sen}(13^\circ.12'.15^\circ)}\text{sen}(2'.57'',5)=h+\left\{\left(\frac{589}{526}\right)^2+1\right\}k$$

$$+2\frac{\cos(22^\circ.1'.24''.975)}{\left\{\left(\frac{589}{484}\right)^2-1\right\}\text{sen}(13^\circ.12'.15'')}\text{sen}(5'.35'',975)=h+\left\{\left(\frac{589}{484}\right)^2+1\right\}k$$

$$+2\frac{\cos(22^\circ.\,6'.\,30''.\,95)}{\left\{\left(\frac{589}{429}\right)^2-1\right\}\text{sen}(13^\circ.12'.15'')}\text{sen}(10'.41'',95)=h+\left\{\left(\frac{589}{429}\right)^2+1\right\}k$$

$$+2\frac{\cos(22^\circ.11'.5''.\,45)}{\left\{\left(\frac{589}{393}\right)^2-1\right\}\text{sen}(13^\circ.12'.15'')}\text{sen}(15'.16'',45)=h+\left\{\left(\frac{589}{393}\right)^2+1\right\}k$$

da cui si ricava

$$(\alpha)\qquad 1,\,635040 = i + h + k$$

$$(\beta)\quad\left\{\begin{array}{l} 0,\,027291 = h + 1,\,7329\;k \\ 0,\,027645 = h + 1,\,8062\;k \\ 0,\,027518 = h + 2,\,2539\;k \\ 0,\,027490 = h + 2,\,4809\;k \\ 0,\,028527 = h + 2,\,8850\;k \\ 0,\,028907 = h + 3,\,2462\;k \end{array}\right.$$

Volendo far uso, come ho detto, del metodo dei *minimi quadrati* per la determinazione di h e k, moltiplico le (β) pei respettivi coefficienti di h; indi per quelli di k. Dalla prima

operazione torno ad ottenere le (β), e dalla seconda, le seguenti:

$$(\gamma)\quad\left\{\begin{array}{l} 0,047283 = 1,7329\,h + 3,0029\,k \\ 0,049934 = 1,8062\,h + 3,2624\,k \\ 0,062022 = 2,2539\,h + 5,0801\,k \\ 0,068200 = 2,4809\,h + 6,1549\,k \\ 0,082301 = 2,8850\,h + 8,3232\,k \\ 0,093837 = 3,2462\,h + 10,5378\,k\,. \end{array}\right.$$

Sommando le (β) tra loro e le (γ) tra loro, avrò:

$$\begin{array}{r} 6\,h + 14,4051\,k = 0,167378 \\ 14,4051\,h + 36,3613\,k = 0,403577\,, \end{array}$$

dalle quali, e da (α) si ha

$$\begin{array}{l} i = 1,608506 \\ h = 0,025562 \\ k = 0,000972\,, \end{array}$$

che sostituiti in (3) ci daranno:

$$\frac{1}{v_0} = 1,608506 + 0,025562\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 + 0,000972\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4.$$

E poichè

$$\begin{array}{l} a = i = 1,608506 \\ b = h\left(\frac{\lambda_0}{\lambda_\mu}\right)^2 = 0,028946 \\ c = k\left(\frac{\lambda_0}{\lambda_\mu}\right)^4 = 0,001246\,, \end{array}$$

sostituendo questi valori in (3') si avrà

$$\frac{1}{v_\mu} = 1.608506 + 0,028946\left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 + 0,001246\left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^4.$$

E finalmente essendo

$$\begin{aligned} \mathrm{a} &= a + b + c = 1{,}638698 \\ \mathrm{b} &= b + 2c \quad = 0{,}031438 \\ \mathrm{c} &= c \quad\quad\;\; = 0{,}001246 \;, \end{aligned}$$

sostituendo questi valori in (3'') ci daranno

$$\frac{1}{v_\mu} = 1{,}638698 + 0{,}031438\ \theta + 0{,}001246\ \theta^2$$



Impiegando lo stesso processo di calcolo che qui abbiamo esposto per esteso rispetto al flint-glass num. 13 alle altre sostanze su cui Fraunhofer ha somministrato i dati sperimentali che citiamo per ciascuna di esse in altrettante Tabelle, sonosi ottenuti i seguenti risultati:

FLINT-GLASS NUM. 3.

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRIS. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
»	3,512	27°.41'.33"	17°.26'.16".6	3'.8".0	8'.22".0	10'.46".0	9'.50".0	19'.10".0	17'.10".0

$$\begin{array}{cccccc} DB & DC & DE & DF & DG & DH \\ x = -11'.30'' & = -8'.22'' & = +10'.46'' & = +20'.36'' & = +39'.46'' & = +56'.56'' \end{array}$$

$$\frac{1}{v_\circ} = 1.585348 + 0{,}022187 \left(\frac{\lambda_\circ}{\lambda}\right)^2 + 0{,}000958 \left(\frac{\lambda_\circ}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{v_\mu} = 1{,}585348 + 0{,}025124 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right) + 0{,}001228 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{v_\mu} = 1{,}611700 + 0{,}027580\ \theta + 0{,}001228\ \theta^2$$

FLINT-GLASS NUM. 30.

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRIS. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
"	3.695	21°.42'.15"	14°.3'.9"	2'.35".6	6'.56".8	9'.12".6	18'.19".0	16'.15".6	1[illegible]

$$\begin{array}{llllll} DB & DC & DE & DF & DG & DH \\ X = -9'.32''.4 & = -6'.56''.8 & = +9'.12''.6 & = +17'.31''.6 & = +35'.47''.2 & = +4[illegible] \end{array}$$

$$\frac{1}{V_0} = 1{,}605592 + 0{,}023492 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 + 0{,}001509 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}605592 + 0{,}026602 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^2 + 0{,}001923 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}634117 + 0{,}030448 \; \theta + 0{,}001923 \; \theta^2$$

FLINT-GLASS NUM. 23.

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRIS. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
"	3.724	60°.15',42"	49°.55'.13",2	11'.12".6	31'.14".8	11'.21".4	33'.14".8	74'.45".2	[illegible]

$$\begin{array}{llllll} DB & DC & DE & DF & DG & DH \\ X = -42'.27''.4 & = -31'.14''.8 & = +11'.21''.4 & = +40'.36''.2 & = +2^\circ.4'.21''.4 & = +[illegible] \end{array}$$

$$\frac{1}{V_0} = 1{,}611899 + 0{,}022341 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 - 0{,}000573 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}611899 + 0{,}025299 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^2 - 0{,}000735 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}636463 + 0{,}023829 \; \theta - 0{,}000735 \; \theta^2$$

FLINT-GLASS NUM. 28

PESO SPECIF.	ANGOLO DEL PRIS. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
3.724	45°.23'.14"	32°.45'.12",2	8'.30".0	17'.47".8	23'.31".8	21'.23".8	41'.53".4	37'.28".8

DB	DC	DE	DF	DG	DH
'.13".8	= −17'.47".8	= +25'.31".8	= +46'.55".6	= + 1°.28'.29"	= + 2°.5'.57".8

$$\frac{1}{v_0} = 1,606700 + 0,026801 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 + 0,000666 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{v_\mu} = 1,606700 + 0,029783 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 + 0,000854 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{v_\mu} = 1,637887 + 0,031491 \;\theta + 0,000854 \;\theta^2$$

CROWN-GLASS NUM. 9

PESO SPECIF.	ANGOLO DEL PRIS. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
2.535	59°.20'.35"	22°.38'.19"	2'.44".5	7'.33".5	9'.14".0	8'.14".0	16'.10".0	13'.18".0

DB	DC	DE	DF	DG	DH
−10'.8".0	= −7'.33".5	= +9'.14".0	= +17'.28".0	= +33'.38".0	= +46'.56".0

$$\frac{1}{v_0} = 1,515409 + 0,014501 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 - 0,000323 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{v_\mu} = 1,515409 + 0,016421 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 - 0,000414 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{v_\mu} = 1,531416 + 0,015593 \;\theta - 0,000414 \;\theta^2$$

CROWN-GLASS NUM. 13.

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRISM. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	G[illegible]
"	2.535	45°.27'.56"	25°.26'.55".4	5'.5".0	8'.14".4	10'.28".2	9'.10".0	17'.14".0	[illegible]

DB DC DE DF DG DH

X = − 15'.19".4 = − 8'.14".4 = + 10'.28".2 = + 19'.38".2 = + 36'.52".2 = + 51'.[illegible]

$$\frac{1}{V_0} = 1{,}512470 + 0{,}016666 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 - 0{,}001154 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}512470 + 0{,}018872 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 - 0{,}001480 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}529862 + 0{,}015912 \;\; \theta - 0{,}001480 \;\; \theta^2$$

CROWN-GLASS LITT. M.

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRISM. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	G[illegible]
"	2.756	42°.56'.40"	26°.39'.13"	5'.22".8	9'.57".6	12'.29".8	11'.1".6	20'.53".6	[illegible]

DB DC DE DF DG DH

X = − 15'.10".4 = − 9'.57".6 = + 12'.29".8 = + 25'.31".4 = + 44'.26".0 = + 1°.[illegible]

$$\frac{1}{V_0} = 1{,}543117 + 0{,}015809 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 + 0{,}000149 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}543117 + 0{,}017902 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^2 + 0{,}000191 \left(\frac{\lambda_\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}561210 + 0{,}018284 \;\; \theta + 0{,}000191 \;\; \theta^2$$

POTASSA (*SOLUZIONE NELL' ACQUA*).

PESO SPECIF.	ANGOLO DEL PRIS. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
1.416	58°.5'.40"	27°.45'.50"	4'.2".0	10'.26".0	12'.54".0	11'.12".0	20'.56".0	17'.24".0

DB	DC	DE	DF	DG	DH
14'.28".0	= − 10'.26".0	= + 12'.54".0	= + 24'.6".0	= + 44'.42".0	= + 1°.2'.6".0.

$$\frac{1}{V_0} = 1,390585 + 0,012883 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 - 0,000663 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1,390585 + 0,014589 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^2 - 0,000850 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1,404324 + 0,012889\ \theta - 0,000850\ \theta^2$$



OLIO DI TREMENTINA.

PESO SPECIF.	ANGOLO DEL PRIS. $= \phi$	REFRAZ. DI D. $= \psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
0.885	58°.1'.40"	35°.30'.12"	4'.56".0	13'.52".0	18'.46".1	16'.14".0	31'.8".0	27'.28".0

B	DC	DE	DF	DG	DH
18'.48".0	= − 13'.52".0	= + 18'.46".1	= + 35'.00".1	= + 1°.6'.8".1	= + 1°.33'.36".1

$$\frac{1}{V_0} = 1,459903 + 0,014019 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 + 0,000512 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1,459903 + 0,015875 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^2 + 0,000656 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1,476434 + 0,017187\ \theta + 0,000656\ \theta^2$$

ACQUA (*1ª. esperienza*)

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRIS. $=\phi$	REFRAZ. DI D. $=\psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
15°	1.000	58°.5'.40"	22°.56'.40"	5'.24".0	8'.10".0	9'.58".0	8'.38".0	15'.10".0	17.[illegible]

DB DC DE DF DG DH

X = −11'.34".0 = −8'.10".0 = +9'.58".0 = +18'.30".0 = +33'.32".0 = +40'.3[illegible]

$$\frac{1}{V_0} = 1{,}323284 + 0{,}011154 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 - 0{,}000861 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}323284 + 0{,}012631 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^2 - 0{,}001104 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}334811 + 0{,}010493\ \theta - 0{,}001104\ \theta^2$$

ACQUA (*2ª. esperienza*)

TERM. di R.	PESO SPE-CIF.	ANGOLO DEL PRIS. $=\phi$	REFRAZ. DI D. $=\psi$	BC	CD	DE	EF	FG	GH
15°	1.000	58°.5'.40"	22°.55'.40"	5'.12".4	8'.10".6	9'.57".5	8'.30".5	15'.15".6	17.[illegible]

DB DC DE DF DG DH

X = −11'.23".0 = −8'.10".6 = +9'.57".5 = +18'.28".0 = +33'.43".6 = +46'.2[illegible]

$$\frac{1}{V_0} = 1{,}323382 + 0{,}011019 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 - 0{,}000824 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}323382 + 0{,}012478 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^2 - 0{,}001057 \left(\frac{\lambda\mu}{\lambda}\right)^4$$

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}334803 + 0{,}010364\ \theta - 0{,}001057\ \theta^2$$

Prendendo la media dei due valori di $\frac{1}{V\mu}$ che si sono ricavati pel flint num. 23, resulta

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}636900 + 0{,}027660\,\theta + 0{,}000059\,\theta^2;$$

il che ci mostra che anche per questo il coefficiente di θ^2 è *positivo* come si è trovato per gli altri flint. Il suo valore è altresì il più piccolo tra i coefficienti di θ^2 contenuti in queste formule. Questa specie di flint somministra dunque uno *spettro secondario* assai tenue e minore di quello di tutte le altre sostanze qui studiate; proprietà che può renderla preferibile tra di esse in varie applicazioni.

Anche l'acqua ha somministrato per le citate esperienze, due valore di $\frac{1}{V\mu}$ pochissimo differenti tra loro. Prendendone la media, avremo per l'indice di refrazione di questa sostanza

$$\frac{1}{V\mu} = 1{,}334807 + 0{,}010393\,\theta - 0{,}001080\,\theta^2.$$

Il termine costante 1,334807 di questa formula che, nel passaggio della luce dall'aria nell'acqua, esprime, come si è indicato precedentemente, l'indice di refrazione del raggio di refrazione media (val quanto dire del raggio μ, medio dello spettro reticolare ottenuto coll'acqua) supera di poco più di $\frac{1}{1000}$ la frazione $\frac{4}{3}$, che approssimativamente suol prendersi per il valore dell'indice di refrazione dell'acqua, assumendo per unità la velocità di propagazione della luce nel vuoto o nell'aria.

Pisa, 15 Dicembre 1857.

SULLA DENSITA' DELL'OZONE; NOTA DI T. ANDREW E DI P. G. TAIT.

(*Proceed. of Royal Society*, T. VIII, p. 498).

Abbiamo già fatto conoscere (1) le ricerche importanti fatte dal primo degli Autori di questa nota, per le quali è rimasto ben stabilito nella scienza che l'ozone è un corpo della stessa natura, qualunque sia il metodo con cui fu ottenuto e che è ossigene in uno stato particolare o *allotropico*. È noto che l'ozone si ottiene generalmente mescolato con un grande eccesso di ossigene. Così nella elettrolizzazione di un miscuglio di 8 parti d'acqua e di 1 d'acido solforico, la quantità media di ozone non eccede $0^{gr},0041$ in un litro di ossigeno, o $^{1}/_{350}$ di questo gas. Usando un miscuglio di quantità eguali di ossigeno e di acqua, la quantità di ozone può anche essere raddoppiata; tuttavia anche operando sull'ozone in questo stato di concentrazione, i metodi ordinarii per determinare la densità di un gas non possono esservi applicati. Le difficoltà sono anche accresciute dall'azione viva dell'ozone sul mercurio, per cui non si può raccogliere e misurare questo gas sul mercurio. D'altra parte non si può raccogliere sopra l'acqua perchè l'ozone in contatto dell'acqua si scompone e perchè non si può tener conto convenientemente della forza elastica del vapore acquoso. Dopo diversi tentativi il metodo finalmente impiegato consisteva nel determinare il cambiamento di volume che avviene esponendo un miscuglio gassoso che contiene ozone alla temperatura di 230° C o anche più. Fu costantemente trovato che dopo questo riscaldamento il volume del gas era cresciuto; eliminando gli effetti di alterazione di temperatura e di pressione che possono essere occorsi durante l'esperimento col confronto di ciò che avviene in un vaso si-

(1) *Nuovo Cimento*, T. III. p. 255.

mile che non contiene ozone, gli Autori sono riesciti a misurare approssimativamente questo cambiamento di volume. I vasi impiegati nei diversi esperimenti avevano una capacità varia da 200 a 600^{cc} e terminavano in tubi di circa 2^{mm} di diametro piegati in forma di U e contenenti acido solforico. La quantità dell'ozone era misurata col metodo descritto nella memoria già citata, e un cambiamento di pressione eguale a circa $^1/_{60000}$ del volume totale poteva essere determinato facilmente.

Da diverse esperienze che gli Autori considerano come abbastanza esatte resta stabilito che l'ossigeno nella condizione allotropica o allo stato di ozone, ha una densità che stà a quella dell'ossigeno comune :: 4 : 1.



RICERCHE NUOVE SUL BORO E SUE AFFINITA', ED IN PARTICOLARE SU QUELLA CHE HA PER L'AZOTO; F. WOHLER E H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

(*Comptes Rendus*; T. XLV. p. 888).

Estratto.

Gli Autori, che due mesi fà dimostrarono esistere una affinità tutta speciale dell'azoto pel titanio, hanno sottoposto il boro a consimili ricerche e ad altre che servissero a ben fissare le sue proprietà chimiche e le sue analogìe. Nella memoria destinata a render conto di tali studj viene fatto conoscere innanzi tutto un metodo rapidissimo col quale hanno ottenuto facilmente da 500 a 600 grammi di boro amorfo. Questo consiste nel mescolare 100 grammi d'acido borico fuso e grossolanamente pestato con 60 grammi di sodio e nel gettare il miscuglio in un crogiolo di ghisa ben rosso; si ri-

copre il tutto con 40 o 50 grammi di sal marino fuso, e si chiude il crogiolo. Quando la reazione è operata si agita la materia fusa con una bacchetta di ferro; si forma del boro che è sparso in una massa perfettamente fluida d'acido borico, di borato di soda e di sal marino; si versa questa, sebbene rossa, nell'acqua acidulata con acido cloridrico, contenuta in una terrina profonda. Non rimane che a gettare il liquido e il boro che vi sta in sospensione su un filtro che si lava con acqua acidulata finchè tutto l'acido borico in eccesso sia disciolto, infine con acqua pura che trascina sempre un poco di boro a traverso i pori della carta. Si secca il boro su dei mattoni alla temperatura ordinaria, senza di che potrebbe infiammarsi e bruciare all'aria colla più grande attività.

Questo boro amorfo può essere trasformato in boro cristallizzato con un processo semplicissimo. Si brasca un crogiolo di terra con boro amorfo e vi s'introduce un pezzo d'alluminio. A una temperatura elevata l'alluminio si carica di boro che lascia cristallizzare per raffreddamento; si estraggono facilmente i cristalli sciogliendo l'alluminio sia nella soda sia nell'acido cloridrico.

È appunto nell'eseguire questa esperienza che gli Autori si sono accorti che qualora si prendano le necessarie precauzioni perchè l'ossigeno dell'aria non venga a combinarsi al boro, mettendo per esempio il crogiolo brascato a boro in un altro brascato a carbone, quel boro non trasformato subisce un'alterazione, diviene bianco cioè, e trattato colla potassa fusa sviluppa quantità considerevoli d'ammoniaca; dal che fa duopo concludere che il boro a temperatura elevata assorbe l'azoto dell'aria con altrettanta avidità quanto quella del titanio.

Questa conclusione è stata dagli Autori confermata colle esperienze seguenti.

Se si scalda del boro amorfo in una corrente d'ammoniaca, presto il boro sembra infiammarsi, una incandescenza manifesta si produce e l'ammoniaca è decomposta in azoto che si combina al boro per formare azoturo di boro, e in idrogeno che si sviluppa. L'azoturo di boro così prodot-

to sviluppa torrenti d'ammoniaca colla potassa caustica e sembra identico all'azoturo di titanio.

Il boro, o anco un miscuglio d'acido borico e di carbone, fortemente scaldati in mezzo a una corrente d'azoto, generano azoturo di boro bianco e infusibile.

Sicchè è impossibile scaldare il boro in crogioli e forni ordinarii senza vederlo cangiare in azoturo, tutte le volte che trovasi in un'atmosfera riduttrice.

Il solo mezzo per evitare questo inconveniente consiste nell'uso d'una brasca composta d'un miscuglio di rutilo e di carbone che arresta tanto l'ossigeno che l'azoto, e nella quale s'immerge il crogiolo contenente il boro destinato a essere scaldato. È in queste condizioni che bisogna mettersi quando si vuole operare coll'alluminio la trasformazione del boro amorfo in boro cristallizzato.

Le altre proprietà chimiche del boro scoperte dai più volte citati Autori sono le seguenti.

Alla temperatura del color rosso il boro prende fuoco nel vapor d'acqua con produzione d'idrogeno e d'acido borico, di cui una parte si volatilizza coll'acqua, e l'altra fondendosi protegge buona parte del boro dall'azione del vapor d'acqua. L'acido borico volatilizzato cristallizza a molta distanza dal punto del tubo riscaldato, ciò che allontana l'idea d'un trasporto meccanico dell'acido borico.

L'idrogeno solforato rimane decomposto dal boro, con produzione di solfuro di boro, e idrogeno libero.

Anco l'acido cloridrico è decomposto dal boro amorfo con sviluppo di luce, e una bassa temperatura basta a produrre il fenomeno; il prodotto si è il cloruro di boro, BCh^3, che può condensarsi in un miscuglio refrigerante, ed è identico a quello che si ottiene facendo passare del cloro sul boro o su una mescolanza d'acido borico e di carbone. Il bromuro si produce nelle medesime circostanze col mezzo del boro e del bromo. Tanto il cloruro che il bromuro di boro sono liquidi; il primo bolle a 17 gradi, il secondo a 90.

Il boro amorfo possiede infine tali proprietà da ravvicinarlo, come riduttore, al carbone e ai metalli più vicini ai metalloidi.

In fatti l'affinità del boro per il cloro è tale che i clorurі metallici, tali quelli di mercurio, di piombo e d'argento, sono ridotti a un' alta temperatura con produzione di cloruro di boro, che si riconosce facilmente ai suoi fumi densi e piccanti. La galena è parimente ridotta dal boro; si forma del piombo e solfuro di boro riconoscibile col mezzo dell'acqua che lo decompone con sviluppo di calore e produzione abbondante d'idrogeno solforato.



DELLA DISASSOCIAZIONE OSSIA SCOMPOSIZIONE DEI CORPI SOTTO L'INFLUENZA DEL CALORE; *M. H. Sainte-Claire Deville*; CONSIDERAZIONI DI S. CANNIZZARO.

(*Comptes Rendus de l'Académie de Sciences*, 23 *Novembre* 1857, *p.* 857).

I fatti esposti in questa memoria hanno cresciuto in me il sospetto, che mi era nato da qualche tempo, cioè, che alcuni Chimici hanno scambiato per densità dei vapori di alcuni corpi composti i pesi di un volume dei miscugli dei loro componenti. Così, a cagione di esempio, parmi assai probabile che alla temperatura, a cui si è determinata la densità del vapore dell'idroclorato di ammoniaca questo corpo si scinda in acido cloridrico ed ammoniaca, i quali si ricombinano poi pel raffreddamento, e che lo stesso segua in tutti gli altri sali di ammoniaca ad acidi volatili. La facilità che hanno tutti i sali ammoniacali di scomporsi per il riscaldamento in ammoniaca ed acido, il fatto citato in questa memoria del carbonato anidro di ammoniaca, parlano in favore di questa supposizione. Si capiva che quando l'acido è fisso, la scomposizione del sale ammoniacale si rende sensibile, mentre che quando l'acido è volatile non ci possiamo accorgere della scomposizione del sale, perchè l'acido rimanendo mischiato all'ammoniaca vi si ricombina, appena è abbassata la temperatura.

Ripugnava sin oggi ai Chimici supporre che l' ammoniaca e un acido potessero coesistere mischiati allo stato gassoso senza combinarsi, ma i fatti citati da Deville sradicano questo pregiudizio: quando si ammette che vi è una temperatura alla quale possono esistere disassociati i componenti dell'idrato di potassa, non si troverà più difficoltà ad ammettere che possono esistere in contatto un acido volatile e ammoniaca senza combinarsi per effetto di un'alta temperatura.

Allorchè, dunque, si determina la densità del vapore di un corpo composto, bisogna dimostrare che esso, durante l'osservazione, non si sia scisso nei suoi componenti, e quindi ripristinato nel raffreddamento. Non basta, a cagione di esempio, l' osservare che si pone un sale ammoniacale per volatilizzarlo e che si riottiene intatto finita l'osservazione, bisogna anche dimostrare che mentre che era in vapore, i due componenti erano combinati e non mischiati. Sinchè ciò non si dimostra, non si può accettare la singolare anomalia che offrono i volumi equivalenti dei sali ammoniacali. È lecito sospettare, che l'equivalente dell'idroclorato di ammoniaca occupi 8 volumi ridotto in vapore, perchè, in tali condizioni si muta in un miscuglio di acido e di ammoniaca; 4 volumi di gas-acido e 4 di ammoniaca ne fanno 8 di miscuglio ma non di composto.

Lo stesso sospetto nasce per la densità del percloruro di fosforo $Ph\,Cl^5$, il cui volume equivalente dicesi essere 8; non è improbabile che il vapore, di cui si calcolò il peso, fosse un miscuglio di cloro e di protocloruro di fosforo, i quali si sieno disassociati ad una elevata temperatura e si sieno poi ricombinati appena il loro miscuglio si è raffreddato.

Perchè il lettore si persuada della possibilità che quest'errore sia avvenuto, suppongo che si voglia determinare la densità di vapore dell' idrato di potassa alla temperatura vicina alla fusione della ghisa in vasi che resistono all'azione dei suoi componenti. Osservando che si pone idrato di potassa e si riottiene intatto finita l'operazione, si crederà che esso si sia soltanto ridotto in vapore e quindi condensato.

Parrebbe d'aver determinato il peso di un volume di

questo vapore mentre che per quel che Deville ha dimostrato si sarebbe pesato un miscuglio dei componenti dell'idrato di potassa: Se questi dubbii sulla densità dei vapori di alcuni composti fossero verificati, sparirebbero alcune anomalie che presentano i loro volumi equivalenti. Osservando che per quanto elevati sieno gli equivalenti dei corpi composti occupano sempre volumi eguali, non si capirebbero queste eccezioni nei sali ammoniacali, nel percloruro di fosforo, e nell'acido solforico monoidrato. Non abbiamo mai saputo accomodarci alla spiegazione data da Gerhart, cioè, *che vi sono molecole che occupano 1, 2, e 4, volumi, come ve ne sono di quelle che occupano* $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, *ec. ec. di volume.* (Gerhart, Comptes rendus des travaux de chimie 1851, pag. 146).

Noi invece crediamo che non vi sia eccezione alla legge generale, che volumi eguali dei corpi aeriformi in eguali condizioni, contengono egual numero di molecole, e crediamo che le apparenti anomalie dispariranno sottomesse ad un rigoroso esame.

Più tardi torneremo sul proposito; per ora non abbiamo voluto lasciar sfuggire questa occasione per dimostrare come è duopo che sieno riverificati alcuni dati esperimentali, i quali han dato resultati anomali sui volumi equivalenti.



AZIONE DEL CALORE SULLE MATERIE ORGANICHE NEUTRE;
A. GELIS.

(*Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, *T.* XLV. *p.* 590).

L'Autore ha voluto dimostrare con questo lavoro, che, contro l'opinione ammessa da alcuni chimici, varie sostanze neutre, le quali si possono risguardare composte di carbonio e di acqua, non danno gli stessi prodotti, allorquando si sottomettono all'azione del calore.

Il calore opera differentemente sopra ciascuna di esse,

le decomposizioni avvengono a temperature svariatissime, ed i composti che ne derivano trovandosi nelle loro proprie condizioni di esistenza a seconda della sostanza, che gli ha prodotti, gli uni si formano alla stessa temperatura in cui altri si disfanno. Il calore non solo fornisce prodotti distinti per le loro proprietà chimiche e fisiche, quando si fa agire sulle sostanze zuccherine, sull'amido, sul legno ec., ma i prodotti formatisi conservano ancora dopo la decomposizione un certo numero di proprietà fondamentali, che ricordano la loro origine. È per questo motivo che i prodotti del legnoso, dello zucchero, e dell'amido si trasformano quando si trattano coll'acido azotico in acido ossalico, come i corpi che li hanno forniti, mentre quelli della lattina e della gomma producono in circostanze identiche dell'acido mucico, come queste medesime sostanze. Il legnoso non origina che composti insolubili nell'acqua, i zuccheri danno composti numerosi per lo più solubili e tali da non confonderli con quelli della fecula amilacea, perchè si distruggerebbero anche nelle condizioni necessarie per ottenerli.

I fatti contenuti in questa prima memoria risguardano soprattutto l'azione del calore sopra i zuccheri.

Il prodotto greazo di questa reazione è conosciuto nell'industria sotto il nome di caramella: fino ad ora si è attribuita la colorazione di tal prodotto ad una sostanza unica designata successivamente coi nomi di caramella pura, caramella normale o di acido caramellico: di più essa non conterrebbe che una piccola quantità di zucchero indecomposto e traccie di una materia accidentale, a cui dovrebbe il suo sapore e il suo odore particolare; una siffatta composizione non spiegherebbe a sufficienza varie proprietà caratteristiche del prodotto commerciale, e l'Autore ha pensato che qualche sostanza interessante era senza dubbio sfuggita a'suoi antecessori. L'esperienza ha confermato tali previsioni; ed infatti l'Autore ha riconosciuto che la caramella è un miscuglio di più sostanze colorate diverse, le une solubili, le altre insolubili nell'acqua.

Fra le prime trovansi tre composti designati co' nomi di caramellana, caramellene e caramellina.

Questi tre corpi si producono gradatamente, ed i loro nomi hanno il vantaggio da un lato di ricordare il prodotto da cui derivano, e dall' altro per la loro desinenza indicano l' ordine di loro formazione.

Se si tratta a freddo la caramella dello zucchero cristallizzabile per mezzo dell' alcool a 85°, spesso si scioglie quasi compiutamente. La soluzione alcoolica è siropposa, assai colorata in bruno dorato: lascia per evaporazione al di sotto di 120° gradi, un residuo bruno deliquescente, amaro, che poco varia dal prodotto che l' ha originato. Un tale estratto contiene dello zucchero sfuggito alla decomposizione, e della caramellana. Quest' ultimo corpo che comunica alla caramella ordinaria quasi tutte le sue proprietà caratteristiche e fra le altre quelle di assorbire l' umidità dell' aria e di rammollirsi al sole, è solido alla temperatura ordinaria e pastoso a 100 gradi. La sua formola è



$$C^{12}H^{8}O^{8}, HO.$$

Si combina in certe condizioni colle basi, e differisce dallo zucchero anidro per un equivalente di acqua in meno. La caramella ordinaria trattata ad esaurimento per mezzo dell' alcool a 85°, è privata del corpo or ora indicato, lascia un residuo insolubile, ch' è tanto più solubile per quanto più lungamente è stato esposto all' azione del calore.

Trattando un tale residuo coll' acqua distillata a freddo, l' Autore ha potuto estrarre la seconda sostanza, che ha chiamato caramellene. Questa sostanza è solida, friabile, d' un bel color rosso cacciù: non igrometrica, solubile nell' acqua e nell' alcool debole: il suo poter colorante è sei volte maggiore di quello della caramellana.

Si combina colle basi: e le sue combinazioni si ottengono più facilmente di quelle della caramellana. La sua formola è



$$C^{36}H^{24}O^{24}, HO.$$

La caramellana e il caramellene si possono separare dalla caramella comune coll' acqua fredda. La sostanza che

la parte del residuo insolubile in questo dissolvente è la caramellina. Essa si produce in abbondanza specialmente quando la caramella è stata molto riscaldata, può rappresentarsi sotto varii stati isomerici e possiede proprietá molto singolari.

L' Autore ha studiato la caramellina in tre stati differenti: 1.° nello stato A insolubile nell' acqua: 2.° nello stato B insolubile nell' acqua ma solubile in più dissolventi: e finalmente in uno stato C insolubile in tutti i dissolventi ordinarii.

Qualunque sia il suo stato essa presenta sempre la stessa composizione, si comporta coi dissolventi metallici come un acido bibasico, e la sua formola é



$$C^{76}H^{90}O^{50},2HO.$$

Negli stati B e C si ritrova nei residui della caramella trattati coll' acqua fredda. La caramellina C non può isolarsi per la sua assoluta insolubilità: ma non succede lo stesso riguardo alla modificazione B. Si può questa separare dal residuo per mezzo dell' acqua bollente, per mezzo dell' alcool a 60° e per mezzo dei liquidi alcalini.

Quando si sottopongano all' azione dell' acqua bollente i residui contenenti la caramellina, si ottiene un liquido molto colorato, nella formazione del quale due fenomeni si sono prodotti: la materia si è prima modificata sotto l' influenza dell' acqua bollente, e solo dopo che la caramellina è passata allo stato A, essa si è disciolta. La soluzione una volta ottenuta, rimane colorata nel raffreddarsi: ma se si vuole concentrare per estrarne la caramellina A che la colora, essa si ricopre di una pellicola nera, che si può facilmente togliere per mezzo di un tubo di vetro, e si riproduce incessantemente fino al termine dell' evaporazione. Il corpo che costituisce le pellicole non è più quello che si trovava nella dissoluzione. Esso ha ripreso tutte le proprietà che aveva nel residuo e costituisce la caramellina allo stato B insolubile nell' acqua fredda, e suscettibile di nuovamente modificarsi coll' azione dell' acqua bollente.

Così pure se si vuole separare la caramellina A dalla dissoluzione acquosa aggiungendo ad essa dell' alcool assoluto, si ottiene un precipitato abbondante, il liquido è quasi totalmente scolorato, ma il deposito formatosi costituisce ancora la caramellina nello stato B.

La dissoluzione della caramellina nell' acqua ammoniacale e nella potassa è precipitata dagli acidi, come le dissoluzioni degli ulmati alcalini. Il precipitato nel momento in cui si ottiene, ha tutte le proprietà della caramellina B, ma però dopo qualche tempo esso cangia di stato. Qualunque sia la sua origine, quando la caramellina B si dissecca, od anche quando la si vuol conservare umida, dopo alquanti giorni essa passa allo stato C senza cangiare di composizione ed allora è insolubile in tutti i dissolventi.

È per questo motivo che non si può isolare la caramellina dai residui della caramella, se non quando questi residui sono recenti, e che i vasi che hanno contenuto delle dissoluzioni di caramella si cuoprono sempre di uno strato insolubile bruno difficilissimo a levare.

La caramellina B è insolubile nell' alcool concentrato; è egualmente insolubile nell' acqua fredda, ma cosa singolare, essa si scioglie in un miscuglio a parti eguali dei due dissolventi. Il potere colorante di questa sostanza è dodici volte maggiore di quello della caramellana.

In somma, tutti i corpi studiati dall' Autore si producono per eliminazione degli elementi dell' acqua: ma il calore non solo induce nello zucchero un cambiamento chimico che si spiega per questa perdita di acqua, ma determina eziandio una modificazione nello stato fisico del corpo. I prodotti originatisi non presentano più lo stesso calore specifico; ed il fenomeno è reso palese sia per l' aumento dell' equivalente dei corpi che si sono prodotti, sia per la quantità straordinaria di calore, che si sviluppa in seno della materia nella preparazione della caramella, calore che attiva la decomposizione.

Lo zucchero di glucoso posto nelle stesse condizioni dello zucchero cristallizzabile, fornisce composti analoghi ma non identici, ed è facile osservare tra i derivati dei due zuc-

cheri, differenze dell'ordine di quelle, che distinguono i zuccheri stessi.



SOPRA UNA NUOVA TEORIA DEI GAS; DI M. KRÖENIG E SULLA NATURA DEL MOVIMENTO DETTO CALORE, DI CLAUSIUS.

(*Ann. der Chem. u. Pharm. T. c. p. 576 e Poggendorff's Ann., T. c. p. 353.*).

I sigg. Kröenig e Clausius hanno tentato una teoria dei gas, nella quale partendo dal principio che il calore sia movimento, e facendo alcune ipotesi sulla costituzione molecolare dei corpi, ed in particolare dei gas, le leggi stesse di Mariotte e Gay-Lussac ne derivano come una conseguenza matematica.

Se il calore risulta dal moto molecolare dei corpi la quantità totale di calore contenuto in un corpo, deve essere uguale alla forza viva di cui sono animate le sue molecole.

Ora la ipotesi intorno alla natura dei gas, da cui partono i due fisici tedeschi, è la seguente:

Un gas si può considerare come un aggregato di molecole sferiche, solide e perfettamente elastiche e i corpi solidi e liquidi urtati dalle molecole dei gas si comportano siccome forniti di un elaterio perfetto, allorchè il gas è in uno stato di equilibrio o almeno in uno stato permanente.

Supponendo che un dato numero di sfere solide e perfettamente elastiche occupino una piccola parte della capacità di un recipiente solido a pareti elastiche, che si agiti fortemente, in guisa da porre in moto tutte le sfere; quando il recipiente ritornerà allo stato di riposo, le sfere conserveranno indefinitamente il loro movimento, sebbene questi moti cambiano continuamente per gli urti continui delle sfere tra loro o contro le pareti. Le molecole di un gas contenuto in un vaso solido si comportano come queste sfere, e però esse non oscillano intorno a posizioni fisse di

equilibrio, ma si muovono in linea retta con velocità costante insino a che non si urtino fra loro o contro le pareti. Tra due atomi che non si urtano non può esservi ripulsione.

Il Clausius pur considerando allo stesso modo la costituzione dei gas, nel valutare la quantità di forza viva totale, che costituisce la quantità totale di calore in esso contenuto, pone a calcolo i movimenti di rotazione che le molecole debbono concepire allorchè l'urto non è centrale, e i moti di vibrazione che possono concepire gli atomi che compongono ciascuna molecola. Secondo le sue vedute perchè lo stato gassoso sia perfetto, non solo lo spazio occupato dalle molecole dev' essere piccolissimo a riguardo della capacità che le contiene; ma si richiede ancora che la durata dell'uno dev' essere estremamente piccola, relativamente all' intervallo che passa tra due urti successivi. Inoltre l' influenza delle forze molecolari dev' essere trascurabile. La quale ultima condizione ne implica due altre: che la distanza delle molecole sia abbastanza grande, e che la durata del tempo nel quale due molecole sono tanto ravvicinate, che le forze molecolari esercitino un' azione sensibile, sia molto piccola a paragone del tempo in cui le forze molecolari esercitano un' azione che può trascurarsi.

Se queste condizioni sono adempiute, malgrado che i movimenti reali debbono essere molto complicati, per i principj del calcolo delle probabilità, si può supporli ridotti alla maggiore semplicità. Se si tratta di determinare la pressione esercitata dal gas contro una parete, che risulta dagli urti delle molecole contro di essa, si può supporre che le molecole non si perturbino reciprocamente nei loro moti, e che per conseguenza ciascuna molecola si muova in linea retta con velocità costante, insino a che non incontri una parete. Si potrà inoltre trascurare la influenza della scabrosità della parete, e delle irregolarità dell'urto, e ammettere che ogni molecola si rifletta come farebbe una palla perfettamente elastica che urta una parete perfettamente piana.

La pressione del gas contro le pareti risulterà dalla somma degli urti che le sue molecole eserciteranno in un dato

tempo contro le pareti stesse, e se la capacità che lo racchiude sia di forma cilindrica, e la sua altezza piccolissima riguardo al diametro delle basi, si potranno trascurare gli urti sulle pareti laterali, relativamente poco numerosi.

Chiamando u la velocità di una molecola e θ l'angolo d'inclinazione della retta secondo cui si muove con la normale alle basi, $u \cos \theta$ sarà la velocità nel senso verticale. La molecola tornerà ad urtare nuovamente una delle basi, quando avrà percorso lo spazio $2h$, e però nell'unità di tempo il numero degli urti su quella base sarà rappresentato da $\frac{u \cos \theta}{2h}$.

Se n è il numero totale delle molecole, siccome si possono supporre le velocità distribuite ugualmente in tutte le direzioni, il numero delle molecole di cui le velocità faranno con le normali alle basi, angoli compresi tra θ e $\theta + d\theta$ sarà $n \operatorname{sen}\theta \, d\theta$, e quindi il numero dei loro urti contro una delle basi, sarà $\frac{nu \cos \theta \operatorname{sen}\theta \, d\theta}{2h}$.

In seguito dell'urto, la componente parallela alle basi rimane la stessa, e la componente normale cambia di segno; in altri termini la parete comunica a ciascuna molecola, una velocità normale uguale a $2u\cos\theta$, e per conseguenza se m indica la massa della molecola, una quantità di movimento uguale a $2mu\cos\theta$. La quantità di moto comunicata alle molecole comprese tra θ e $\theta + d\theta$ è quindi rappresentata da $\frac{nmu^2}{h} \cos\theta^2 \operatorname{sen}\theta \, d\theta$; e la quantità di movimento comunicata alla totalità delle molecole che incontrano la parete durante l'unità di tempo è l'integrale della espressione precedente tra i limiti 0 e $\frac{\pi}{2}$, ossia

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{nmu^2}{h} \cos^2\theta \operatorname{sen}\theta \, d\theta = \frac{nmu^2}{3h}.$$

Supponendo la parete mobile, bisognerà per impedirne lo

spostamento sotto l'azione degli urti delle molecole, far agire su di essa una forza, che durante l'unità di tempo gli restituisca una quantità di moto uguale alla espressione precedente. Questa forza non essendo altro che la pressione del gas, si avrà la equazione

$$P = \frac{nmu^2}{3h} .$$

Se chiamiamo b la superficie della base del cilindro, e p la pressione riferita all'unità di superficie, avremo $p = \frac{nmu^2}{3bh}$; e notando con v il volume bh,

$$p = \frac{nmu^2}{3v} \quad \text{ossia} \quad pv = \frac{nmu^2}{3} .$$

Questa espressione non differisce che per un fattore costante da quella cui è pervenuto il Kröenig; $pv = \frac{1}{6} nmc^2$, nella quale c sta in vece di u.

Questa espressione si accorda evidentemente con la legge di Mariotte. Per un dato valore di u qualunque esso sia, che rimanga costante, il prodotto pv sarà costante, e la pressione del gas sarà in ragione diretta del rapporto della massa al volume ossia della densità. Inoltre ammettendo la legge di Gay-Lussac, si ha la relazione $pv = \text{cost}\,(a+t)$, nella quale $a = 273$; ovvero indicando con T la temperatura assoluta $a+t$ contata a partire da $-273°$ del termometro centigrado, e con K una costante, $pv = KT$. Se si paragona questa espressione di pv con quella ottenuta superiormente, ne conseguita che la forza viva mu^2 dovuta al movimento di traslazione delle molecole è proporzionale alla temperatura assoluta T. Che se questa proporzionalità tra la forza viva delle molecole e la temperatura assoluta si ammette come una ipotesi, cioè se alle altre condizioni intorno allo stato molecolare dei gas e ai loro moti si aggiunge la relazione $a+t = mu^2$ come fa il Kröenig, la formola precedente $pv = \frac{nmu^2}{3}$ darebbe per conseguenza che la pressio-

ne del gas a -273° sarebbe nulla e che supponendo costante il volume, la pressione sarebbe proporzionale a $273 + t$; risultato conforme alla legge di Gay-Lussac.

Se per due gas differenti p, v, t, hanno lo stesso valore; n deve avere parimente lo stesso valore.

In altri termini alla stessa pressione ed alla stessa temperatura, volumi uguali di gas differenti, debbono contenere lo stesso numero di molecole. Dal che segue che la massa m di una molecola è proporzionale alla gravità specifica del gas.

Si può dedurre dalla formola precedente, il valore assoluto della velocità media di traslazione delle molecole di un gas qualunque, ad una data temperatura. Si ha infatti $u^2 = \frac{3pv}{nm}$ ovvero chiamando q il peso del gas, g l'intensità della gravità $u^2 = \frac{3gpv}{q}$; formola che non contiene che quantità numericamente determinabili.

Chiamando ρ la densità del gas riferita a quella dell'aria alla temperatura di congelazione dell'acqua; mettendo nella formula i valori conosciuti del peso di un litro d'aria e della intensità della gravità, e prendendo per p la pressione normale di un atmosfera si ottiene per valore di u, espresso in metri,

$$u = 485 \sqrt{\frac{T}{273\rho}}.$$

Nei solidi e nei liquidi come nei gas, la somma delle forze vive delle molecole costituisce il calore. Ma nei solidi le molecole oscillano attorno a posizioni fisse di equilibrio, e il moto può spingere gli elementi delle molecole o le molecole intere, e in quest'ultimo caso può essere un semplice moto di rotazione attorno al centro di gravità.

Nei liquidi le molecole non hanno posizioni fisse; esse quindi possono non solamente oscillare o girare su di se stesse, ma ancora scorrere le une sulle altre senza tuttavia separarsi, di modo che il volume rimanga costante senza pressione esteriore.

Nello stato gassoso al contrario, l'ampiezza del movimento è divenuta tale, che le molecole sono sottratte alla influenza della loro attrazione reciproca, e si muovono in linea retta secondo le leggi ordinarie del moto.

Il Clausius ha proposto delle spiegazioni intorno al fenomeno dell'evaporazione, alle leggi delle combinazioni gassose stabilite da Gay-Lussac, e ai fenomeni di produzione e assorbimento di calore, che accompagnano i cangiamenti di stato e di volume dei corpi.

Come si scorge da ciò che siamo venuti esponendo, vi ha molto d'ipotetico in queste idee, intorno alla natura dei gas, e alla natura dei movimenti che costituiscono il calore dei corpi; lo stesso Clausius le riguardava come affatto incomplete; e certamente sino a che nuovi studj, abbiano sparso maggior luce sulla costituzione molecolare dei corpi, si avrà una teoria dei gas più esatta e meglio conforme alle regole scientifiche, partendo dalle leggi di Mariotte e di Gay-Lussac come dati sperimentali.

Tuttavia aggiungeremo la spiegazione dei fenomeni dei cangiamenti di temperatura, che si osservano nella dilatazione dei gas, perchè si rannodano direttamente alla teoria dinamica del calore.

Sieno come nell'esperienze di Joule e Regnault due vasi dello stesso volume separati da una parete comune, di cui il primo contenga n molecole di massa m di velocità u, ed il secondo sia vuoto. Si tolga una parte della parete, di guisa che le molecole che sarebbero venute ad imbattersi contro di essa, traversando l'apertura incontrano le pareti del secondo vaso, e riflettendosi si spandono in tutte le direzioni, cosicchè in breve vi sarà equilibrio ed uguaglianza di pressione tra i due vasi. Ma u e quindi mu^2 essendo rimasti invariabili ne consegue: che quando un gas si dilata senza incontrare resistenza, ossia senza produrre alcun lavoro esterno, non deve provare alcun cangiamento di temperatura.

Se al contrario le molecole del gas incontrano uno stantuffo mobile, perderanno tanta forza viva quanta ne comunicano allo stantuffo, e quindi si avrà una produzione di

lavoro con la perdita di un equivalente di calore, e però un abbassamento nella temperatura del gas.



SULLA TORSIONE; MEMORIA DI M. G. WERTHEIM.

(*Annales de Chimie et de Physique*, T. L, *p.* 253).

Estratto.

Nel trattare della torsione sui corpi eterogenei si propone qui il Wertheim solo quelli, che hanno tre assi di elasticità tra loro perpendicolari, e prendendo a sperimentare sovra cilindri di lamiera di ferro, ritrova che in luogo di una diminuzione si ha nella capacità interna un aumento per effetto della torsione; e che inoltre l'angolo di torsione, che potrebbe determinarsi ritenendo come costante in tutte le direzioni l'elasticità longitudinale, è notabilmente diverso da quello che resulta sperimentalmente, e le differenze non sono analoghe a quelle presentate dai corpi omogenei. Preferisce egli di studiare quest'ultimo fenomeno nei prismi di legno, nei quali si posson determinare i tre coefficienti di elasticità E, E_1, E_2 secondo i tre assi, essendo E quello dell'asse di torsione nella direzione delle fibre, E_1 quello dell'asse parallelo al raggio dell'albero e al lato della sezione trasversale del prisma la cui metà indichiamo con a, ed E_2 quello parallelo al terzo asse, preso tangente agli strati annuali del legno, e nel prisma parallelo all'altro lato della sezione trasversale la cui metà è b. E deduce dalle dottrine del Cauchy pel caso speciale, e assai comune, che sieno trascurabili alcuni termini di quelle formule, il valore dell'angolo di torsione nella seguente:

$$\phi = \frac{pR'l}{2a^3b^3}\left(\frac{a^3}{E_1} + \frac{b^3}{E_2}\right)$$

la quale coincide coll'altra presa per determinare l'angolo ψ nei corpi omogenei, quando cioè fosse $E = E_1 = E_2$, ed assai bene corrisponde l'esperienza a questa formula mentre dall'altra assai si allontana come rilevasi dal seguente quadro.

SPECIE del *Legno*	SEMILATI *della base*		COEFFICIENTE *d'elasticità*			ANGOLO DI TORSIONE *calcolato*		ANGOLO di torsione *trovato*
	a	b	E	E_1	E_2	*con la formula* ψ	*con la formula* Φ	
Quercie	10,125	10,100	1214	257	157	1°. 7'. 1",2	7°.35.22,9	6°.11'20",5
Abete .	4,963	4,903	1478	162	54	18.55.30,0	293.52.59,3	122.56 38,5
Quercie	12,325	2,882	1214	257	157	17. 8.25,4	103. 3.28,8	114.57.18,7
Abete .	12,225	2,800	1478	162	54	16,55.15,4	171.12.45,2	199.16. 9,5

Dopo le posizioni di equilibrio è passato l'Autore ad esaminare le oscillazioni giranti, che si hanno per effetto della elasticità eccitata colla torsione. Nelle quali oscillazioni facendosi piccolo l'angolo di torsione meglio adempiti si vedono i principii della teoria: pure essendovi assai differenza nell'ampiezza di tali oscillazioni secondochè il moto tangenziale è debole o forte ne viene che anche il suono che da quelle resulta si renderà corrispondentemente più basso o più alto. Quindi tal suono si fa più basso a misura che si rende più intenso, e monta quando è per estinguersi, onde conviene per ottenere un'accordo sostenere alquanto l'intensità del suono ed usar cure, che solo possono ottenersi da un orecchio esercitato. Per questo l'Autore ha scelto di confrontare le vibrazioni giranti con quelle longitudinali del medesimo corpo, anzichè dedurne il loro numero dal coefficiente d'elasticità statica. Indica con n il numero delle vibrazioni longitudinali quando la sbarra produce il suono fondamentale, e con n' il numero delle sue vibrazioni giranti.

Il rapporto di questi numeri in un cilindro si trova dato da

$$\frac{n}{n'} = \left(\frac{8}{3}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,6331$$

quando si trascuri, o si tenga eguale ad uno il coefficiente di correzione c del quale parlammo, e poichè questo è sempre un poco minore dell'unità, e dovrebbe il numero trovato dividersi per la radice quadrata di tal coefficiente, era da aspettarsi che il cercato rapporto superasse di qualche cosa il numero indicato, come realmente è resultato dall'esperienza, essendo la differenza nella terza cifra decimale.

Per le verghe di sezione ellittica trae dalla teoria

$$\frac{n}{n'} = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{C_1^2 + C_2^2}{C_1 C_2}$$

ove C_1, C_2 sono i due semiassi dell'ellisse, e parimente bene li corrispondono a questa formula i resultati sperimentali. Per le verghe di sezione rettangolare essendo i semilati di questa a, b, fissa la formula

$$\frac{n}{n'} = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{a^2+b^2}{ab} \quad \text{ovvero} \quad \frac{n}{n'} = \left(\frac{2}{3c}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{a^2+b^2}{ab}$$

tenendo conto del coefficiente c di correzione, e qui mostrerò in alcuni resultati fino a qual grado l'esperienza li abbia corrisposto alla formula

SOSTANZE	SEMI-LATI		LUNGHEZZA	VIBRAZIONI		RAPPORTO $\frac{n}{n'}$		COEFFIC. di correz.
	a	b		n	n'	calcolato	trovato	
Ferro .	12^{mm},412	12^{mm},412	1^{m},102	2306	1319,6	1,633	1,748	0,873
Cristallo	6,801	6,798	1,285	1580	950,9	»	1,697	0,925
Ferro .	11,913	5,982	1,108	1285	106,2	2,036	2,152	0,895
Acciaio fuso .	6,017	1,516	1,031	2461	684,5	3,445	3,596	0,918
Ferro .	11,960	1,450	0,962	2586	362,6	6,861	7,131	0,926

Dalle quali esperienze si ricavano coefficienti di corre-

zioni corrispondenti a quelli ottenuti colla torsione, ed in generale possiamo dire che le vibrazioni giranti costituiscono un altro metodo d'investigazione, il quale però sembrerà meno delicato di quello dell'equilibrio nella torsione, giacchè la finezza dell'orecchio non potrà mai eguagliare in precisione l'esattezza del cerchio diviso.

Ancora la rottura dei corpi omogenei ottenuta sotto la torsione ha formato soggetto del lavoro del Wertheim, e dopo aver esso avvertito che le imperfezioni parziali sono spesso cagione di differenze notabili nei resultati, fa rilevare che anche la lunghezza la quale a prima vista sembrerebbe non influirvi, vi ha notabile effetto e si trova maggiore il peso occorrente per produr la torsione della rottura nelle verghe più corte. Eccovi infatti alcuni resultati:

SOSTANZA	LUNGHEZZA	PESO
Cristallo	0m,592	6,2
»	0,952	5,0
Vetro a base di potassa	0,505	2,5
»	0,799	1,7
Vetro a base di soda	0,534	4,7
»	1,027	3,2

I corpi friabili sono i più atti a mostrare i fenomeni della rottura, perchè non lasciano alterazione se non nella sezione ove la rottura avviene, ed in questi i punti nei quali più presto si fa la rottura sono i più lontani dall'asse verso il mezzo della verga. Nei corpi duttili si produce un'assottigliamento nel luogo ove si decide la rottura, e le fibre torte in elice vi formano una superficie conica essendo le particelle tratte nella direzione della tangente all'elice, e nella direzione dell'asse. Da questa differenza rilevasi che la rottura accade per due cagioni, la prima è lo scorrimento di una superficie di rottura sull'altra, e la seconda consiste nell'allungamento delle fibre nel corpo. Queste due cagioni

dovrebbero tenersi a calcolo in tal proporzione fra loro, quale richiede la natura del corpo, e perciò non conoscendosi l'elemento del calcolo, neppure le formule corrispondono ai resultati sperimentali. Solo nei corpi friabili come il vetro, il momento della coppia che produce la rottura può calcolarsi con sufficiente approssimazione. Ha trovato che nelle sostanze che han subito una torsione permanente presentasi alla torsione temporaria una resistenza superiore a quella che avevasi prima della deformazione.

Abbenchè alcune parti compariscano tuttora indeterminate in questa dottrina dell'elasticità di torsione, pure può dirsi che molto lume vi han sparso le esperienze del sig. Wertheim indicando in quali luoghi sia difettosa la teoria, ed accennando come molto possa correggersi con introdurre nuove costanti suggerite dall'esperienza.



SULLA RIUNIONE IN GRUPPI DEI CORPI SEMPLICI SECONDO I LORO CARATTERI FISICO-CHIMICI; DI E. LENFSEN, ASSISTENTE AL LABORATORIO CHIMICO DI WIESBADEN (*).

(*Ann. der Chem. und. Pharm., August.* 1857).

I corpi semplici sinora conosciuti possono essere riuniti in gruppi pei loro caratteri fisici, e chimici, e questi gruppi possono anche essere classificati per le loro rassomiglianze. Pare che i corpi semplici possano riunirsi tre a tre for-

(*) Questo estratto ci è giunto troppo tardi per poter essere pubblicato prima, come si doveva, dell'estratto già pubblicato nel fascicolo precedente della memoria di Dumas. (C.)

mando gruppi detti triadi. Si sa già che il cloro il bromo l'jodo, che il fosforo l'arsenico l'antimonio, che il potassio, il sodio, il litio compongono triadi, e che i membri di ciascuna triade non solo sono simili per le loro chimiche azioni ma hanno auche pesi equivalenti collegati dalla seguente relazione; l'equivalente di uno di loro è la media aritmetica degli equivalenti degli altri due. Questa relazione è conosciuta tra alcuni soli corpi semplici; mi sia dunque permesso di mostrarla in tutti gli altri corpi semplici conosciuti.

	EQUIVALENTI		
1ª Triade: Potassio, Sodio, Litio	39,11	23,00	6,95
$\frac{K + Li}{2}$ = Na = 23,03 invece di 23.00.			
2ª Triade: Bario, Stronzio, Calcio	58,59	43,67	20
$\frac{Ba + Ca}{2}$ = Sr = 44,29 invece di 43,67.			
3ª Triade: Magnesio, Zinco, Cadmio	12	32,5	55,7
$\frac{Mg + Cd}{2}$ = Zn = 38,8 invece di 32,5			
4ª Triade: Manganese, Ferro, Cobalto	27,5	28	29,5
$\frac{Mn + Co}{2}$ = Fe = 28,5 invece di 28,			
5ª Triade: Cerio, Lantano, Didimio	47,3	47	49,6
$\frac{La + Di}{2}$ = Ce = 48,3 invece di 47,3.			
6ª Triade: Ittrio, Erbio, Terbio	32,2	?	?
7ª Triade: Torio, Norio, Alluminio	59,5	?	13,7
8ª Triade: Glucio, Zirconio, Uranio	7	33,6	60
$\frac{Gl + Ur}{2}$ = Zr = 33,5 invece di 33,6			
9ª Triade: Cromo, Nichelio, Rame	26,8	29,6	31,7
$\frac{Cr + Cu}{2}$ = Ni = 29,3 invece di 29,6			
10ª Triade: Argento, Piombo, Mercurio	108	103,6	100
$\frac{Ag + Hg}{2}$ = Pb = 104 invece di 103;6.			
11ª Triade: Ossigeno, Azoto, Carbonio	8	7	6
$\frac{O + C}{2}$ = N = 7 infatto 7.			

	EQUIVALENTI		
12ª Triade: Silicio, Boro, Fluore . . . . $\frac{Si + Fl}{2} = Bo = 12,2$ invece di 11.	15 *)	11 **)	9,5***)
13ª Triade: Cloro, Bromo', Jodo . . . . $\frac{Cl + I}{2} = Br = 40,6$ invece di 40.	17,7	40	63,5
14ª Triade: Solfo, Selenio, Tellurio . . . . . . $\frac{S + Te}{2} = Se = 40,1$ invece di 39,7.	16	39,7	64,2
15ª Triade: Fosforo, Arsenico, Antimonio . . . . $\frac{P + Sb}{2} = As = 38$ invece di 37,5.	16	37,5	60
16ª Triade: Tantalo ****), Stagno, Titanio . . . $\frac{Ta + Ti}{2} = Sn = 58,7$ invece di 59.	92,5	59	25
17ª Triade: Tunsteno, Vanadio, Molibdeno . . . $\frac{W + Mo}{2} = V = 69$ invece di 68,5.	92	68,5	46
18ª Triade: Palladio, Rutenio, Rodio . . . . . $\frac{Pa + Rh}{2} = Ru = 52,2$ invece di 52,1.	53,2	52,1	51,2
19ª Triade: Osmio, Platino, Iridio . . . . $\frac{Os + Ir}{2} = Pt = 98,9$ invece di 99.	99,4	99	98,5
20ª Triade: Bismuto, Oro, Mercurio. . . . . . . $\frac{Bi + Au}{2} = Hg = 101,2$ invece di 100.	104	98,4	100

Il mercurio forma il membro di congiunzione tra le prime dieci, e le seconde dieci triadi, potendo stare tanto be-

*) Acido silicico = $Si\ O^2$,

**) Acido Borico = $Bo\ O^3$,

***) Se si raddoppia il peso atomico del fluore, allora questa triade si esprime assai esattamente così:

$$\frac{Bo + H}{2} = Si = \frac{11 + 19}{2} = 15 \text{ infatto } 15 .$$

****) Acido tantalico = $Ta^2\ O^5$. Equivalente del tantalo secondo Berzelius = 92,5..

ne nella 10ª che nella 20ª, ordinando le singole triadi pei loro caratteri chimici si fa la tavola seguente (*).

H

Eq = 1.

XI.	(O — N / C)	7	23	(K Na / Li)	I.
XII.	(Si — B / FC)	12	44	(Ba Sr / Ca)	II.
XIII.	(Cl — Br / I)	40	33	(Mg Zn / Cd)	III.
XIV.	(S — Se / Te)	40	28	(Mn Fe / Co)	IV.
XV.	(P — As / Sb)	36	47	(Ce La / Di)	V.
XVI.	(Ta — Sn / Ti)	61	37?	(Y Eb / Tb)	VI.
XVII.	(W — V / Mo)	69	37?	(Th AC / No)	VII.
XVIII.	(Pd — Ru / Rh)	52,1	33,5	(Gl Zr / Ur)	VIII.
XIX.	(Os — Pt / Ir)	99	29,5	(Cr — Ni / Cu)	IX.
XX.	(Bi Au)	101	104	(Ag Pb)	X.

Hg

Eq = 100

Partendo dall'idrogeno sieguono in due serie parallele a sinistra i metalloidi ed i metalli formanti acidi (metalli elettronegativi), a diritta i metalli; il membro di congiunzione tra le due serie è il mercurio.

(*) Eccetto il Niobio questa tavola contiene tutti i corpi semplici.

L'idrogeno ed il mercurio stanno opposti sopra, e sotto co' loro rispettivi equivalenti 1 e 100.

Nella 7ª triade vi è il norio, il cui equivalente non è stato ancora determinato sperimentalmente, ma si può dedurre dagli equivalenti dell'alluminio e del torzio i quali sono 14 e 60. Difatto, $\frac{Al + Th}{2} = No = 37$.

Vi ha anche una intima relazione tra le varie triadi. Comparando tutti gli equivalenti de' membri di mezzo di ciascuna triade i quali sono indicati nella tavola precedente, si osserva che si riuniscono tre a tre, uno de' quali è la media aritmetica degli altri due. Si formano con gruppi di tre triadi, ossia di nove membri.

a	1ª. Triade	= 23	$\frac{23 + 44}{2}$	= 33,5	infatto 33.
	2ª. »	= 44			
	3ª. »	= 33			
b	7ª. »	= 37	$\frac{37 + 29,5}{2}$	= 33,3	infatto 33,5
	8ª. »	= 33,5			
	9ª. »	= 29,5			
c	10ª. »	= 104	$\frac{104 + 99}{2}$	= 101,5	infatto 101.
	20ª. »	= 101			
	19ª. »	= 99			
d	18ª. »	= 52,1	$\frac{52 + 69}{2}$	= 60,6	infatto 61.
	17ª. »	= 69			
	16ª. »	= 61			
e	15ª. »	= 38	$\frac{38 + 40}{2}$	= 39	infatto 40.
	14ª. »	= 40			
	13ª. »	= 40			
f	12ª. »	= 12	$\frac{12 + 1}{2}$	= 6,5	infatto 7.
	11ª. »	= 7			
	H »	= 1			

Nella 6ª triade gli equivalenti dell'erbio e del terbio che non sono noti possono essere calcolati partendo da questa regola. L'equivalente del termine di mezzo della 6ª triade è uguale alla media aritmetica degli equivalenti de' termini di mezzo della 4ª e 5ª triade, e nello stesso tempo alla media aritmetica degli altri due termini della medesima triade.

Termine medio della 4ª triade = 28.

Termine medio della 6ª triade equivalente dell'erbio $= \frac{28 + 47}{2} = 37.$

Or l'equivalente dell'ittrio primo termine della stessa triade è 32,2 secondo Mosander; dunque quello del terbio è 42, dovendo soddisfare alla condizione espressa nella seguente equazione $\frac{Y + Tb}{2} = Eb$; difatto $\frac{32{,}2 + 42}{2} = 37.$

Aggiungiamo nella tavola il gruppo delle tre triadi mancante

$$e \begin{cases} 4^a.\ \text{Triade} = 28 \\ 5^a.\quad » \quad = 47 \\ 6^a.\quad » \quad = 37 \end{cases} \quad \frac{28 + 47}{2} = 37{,}5\,.$$

Abbiamo dunque 7 gruppi di 3 triadi ciascuno. I termini medii di questi gruppi sono i seguenti:

a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
33	34	37	61	40	7	101

$$d + e = g. \qquad 61 + 40 = 101.$$
$$a + f = e. \qquad 33 + 7 = 40.$$
$$\frac{b + e}{2} = c. \qquad \frac{34 + 40}{2} = 37.$$

Dal che siegue che anche questi numeri sono collegati tra loro da una certa relazione che sinora non posso esprimere con una legge determinata.

I tre elementi componenti una triade non sono analo-

ghi tra loro in egual grado. Così nella prima triade i due metalli potassio e sodio sono in un rapporto più intimo tra loro due che col litio.

Parimenti nella 2ª triade il bario e lo strontio son legati tra loro da un nesso più intimo di quello che li lega al calcio.

Quindi per trovare i tre termini componenti ciascuna triade, bisogna incominciare dal trovare i due che sono tra loro più vicini pe' caratteri chimici, e riguardare il terzo termine come quello che serve di passaggio a' due termini più analoghi del gruppo seguente.

In tal guisa si forma la seguente tavola.

1. Potassio, Sodio,
{ Litio
2. Bario, Strontio,
{ Calcio
3. Magnesio, Zinco,
{ Cadmio
4. Manganese, Ferro,
{ Cobalto
5. Cerio, Lantano.

In favore di questo modo di vedere parlano i caratteri chimici degli elementi. Si può anche invocare una notevole legge che connette le proprietà delle basi salificabili fatte da ciascun de' corpi sopraindicati. Questa legge può esprimersi così: *i sali formati dal medesimo acido colle basi de' due corpi più analoghi di una triade, o hanno un egual numero di equivalenti di acqua di cristallizzazione o il sale, il cui metallo ha un equivalente minore, contiene la maggior quantità d'acqua di cristallizzazione;* il terzo termine di ciascuna triade che scritto a parte serve di passaggio a' due termini del gruppo seguente si comporta anche come termine di transizione in riguardo alla quantità d'acqua di cristallizzazione de' suoi sali.

Perciò i sali di sodio contengono più acqua di cristal-

lizzazione de' corrispondenti sali di potassio; i sali di stronziana più che quelli di bario; i sali di litio contengono una quantità d'acqua intermedia tra la quantità contenuta ne' sali de' due metalli più analoghi del primo gruppo, e tra quella contenuta ne' sali de' due metalli più vicini del secondo gruppo.

Le seguenti tavole confermano questa legge. Esse contengono i due metalli più analoghi di ciascun gruppo ed il paragone dell'acqua di cristallizzazione de' loro sali corrispondenti meglio studiati (*).

1°. Potassio e Sodio. Eq. 39,1 e 23.

GENERI SALINI	SPECIE SALINE di *Potassio*	SPECIE SALINE di *Sodio*
Iposolfito	Anidro	5 aq
Solfito	»	8 »
Iposolfato	»	2 »
Solfato	»	10 »
Ioduro	»	4 »

(*) Non posso qui tacere che in nessuna altra parte della chimica esistono maggiori incertezze che in ciò che riguarda l'acqua di cristallizzazione ne' varii sali. Per molti di loro i risultati analitici lasciano dubbii sopra uno equivalente d'acqua in più o in meno; molti sali sono stati solamente analizzati disseccati a 100°; alcuni sono stati analizzati ancora imbevuti di acqua madre; alcuni si effloriscono rapidissimamente, e però presentano alle varie analisi risultati discordanti; altri finalmente in diverse circostanze rendono diversa quantità di acqua di cristallizzazione. Per convincersi delle incertezze che esistono in questo soggetto basta confrontare le indicazioni di varii Autori sulla quantità d'acqua contenuta in un medesimo sale; per esempio sul biossalato di potassa.

Secondo Graham. . . . $\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} C^4O^6 + 2$ aq.

Secondo Rammelsberg. $2\left(\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} C^4O^6\right) +$ aq.

Secondo Marignac . . . $\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} C^4O^6$.

GENERI SALINI	SPECIE SALINE di Potassio	Sodio
Iodato	Anidro	2 aq
Bromuro.	»	4 »
Cloruro	»	4 »
Clorato.	»	Anidro
Ferrocianuro	3 aq	12 aq
Ferricianuro	Anidro	3 »
Cromato.	»	10 »
Maleato	»	6 »
Acetato	»	6 »
Solfovinato	»	2 »
Fumarato	4 aq	6 »
Succinato	4 »	12 »
Tartrato	1 »	4 »
Citrato	2 »	11 »
Pirotartrato . . . . :	4 »	6 »

Le sole eccezioni che si trovano ne' sali di questo grup-
po sono i sali di acido racemico e dell'acido ossalico, non
essendo conosciuto sinora un sale di sodio di questi acidi
contenenti una maggior quantità d'acqua del corrisponden-
e sale di potassio.

2°, Bario e Strontio. Eq. 68,6 e 43,7.

GENERI SALINI	di Bario	di Strontio
Iposolfito	1 aq	5 aq
Tetrationato . . . . . , ...	2 »	6 »
Solfito	Anidro	Anidro
Iposolfato . . . , ...	4 aq	4 aq

GENERI SALINI	*di Bario*	*di Stronlio*
Ioduro	6 aq	6 aq
Iodato	1 »	6 »
Bromuro	2 »	6 »
Bromato.	1 »	1 »
Cloruro	2 »	6 »
Nitrato	Anidro	4 »
Clorato	1 aq	5 »
Lattato	Anidro	6 »
Pirotartrato.	4 aq	4 »
Solfamilato	2 »	2 »
Urato	2 »	2 »
Racemato	5 »	8 »
Rodamuro.	2 »	3 »
Acetato	1 »	4 »
Ossalato.	1 »	5 »
Fumarato	6 »	6 »
Tartrato.	Anidro	8 »
Formiato	Anidro	4 »
Ferrocianuro	6 aq	15 »
Maleato	2 »	5 »
»	5 »	8 »
Succinato	Anidro	Anidro
Allosanato.	8 aq	10 aq
Malato.	4 »	4 »
Ippurato.	Anidro	4 »

Le sole eccezioni in questo gruppo sono i solfovinati ed i citrati.

3°. Zinco e Magnesio. Eq. 32,5 e 12

GENERI SALINI	di Zinco	di Magnesio
Solfito	2 aq	6 aq
Iposolfato	6 »	6 »
Solfato	7 »	7 »
Iodato	2 »	4 »
Bromato	6 »	6 »
Cloruro	1 »	6 »
Clorato	6 »	6 »
Nitrato	6 »	6 »
Ferrocianuro	3 »	12 »
Rodanuro	Anidro	4 »
Maleato	2 aq	3 »
Solfovinato	2 »	4 »
Ossolato	4 »	4 «
Fumarato	8 »	8 »
Succinato	Anidro	12 »
Malato	6 aq	10 »
Citrato	2 »	14 »
Lattato	6 »	6 »
Solfamilato	2 »	4 »
Butirato	Anidro	5 »

Una eccezione in questo gruppo è ne' sali dell'acido formico.

4°. Ferro e Manganese. Eq. 28 e 27,6.

GENERI SALINI	di Protossido di ferro	di Protossido di Manganese
Solfito.	2 ½ aq	2 ½ aq
Solfato.	7 aq	7 »
Cloruro	4 »	4 »
Solfovinato	2 »	4 »
Ossalato.	4 »	5 »
Lattato	6 »	10 »

5°. Argento e Piombo. Eq. 108 e 103,6.

GENERI SALINI	di Argento	di Piombo
Iposolfato	2 aq	4 aq
Ioduro.	Anidro	Anidro
Iodato	»	»
Bromuro.	»	»
Bromato.	»	1 aq
Cloruro	»	Anidro
Clorato	»	1 aq
Nitrato.	»	Anidro
Acetato	»	3 aq
Solfovinato	»	2 »
Ossalato.	»	Anidro
Fumarato	»	6 aq
Succinato.	»	Anidro
Allossanato	»	2 aq
Malato.	»	6 »
Tartrato.	»	Anidro
Citrato.	»	1 aq
Pirotartrato.	»	4 »

GENERI SALINI	di Argento	di Piombo
Solfamilato . . . . ,	Anidro	1 aq
Racemato	»	Anidro
Butirato.	»	»

La sola eccezione di questo gruppo è nel genere lattato.



I sali de' metalli degli altri gruppi sono ancora così poco studiati, che non è possibile darne un quadro, per poter verificare la legge annunciata.

Il secondo gruppo, bario e strontio mostra una speciale legge nella quantità di acqua contenuta ne' loro sali: i sali di strontio o hanno la stessa quantità di acqua di quelli di bario, ovvero ne contengono quattro equivalenti più che i secondi. I seguenti sali dimostrano questa legge.

GENERI SALINI	Bario	Strontio	Differenza
Iposolfito	1 aq	5 aq	4 aq
Tetrationato . . .	2 »	6 »	4 »
Bromuro	2 »	6 »	4 »
Cloruro	2 »	6 »	4 »
Nitrato	—	4 »	4 »
Clorato	1 aq	5 »	4 »
Ossalato.	1 »	5 »	4 »
Formiato	—	4 »	4 »
Ippurato.	—	4 »	4 »



SUL SILURO ELETTRICO DEL NILO; DI DU BOIS-RAYMOND.

(*Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Août* 1857).

Nel T°. I. pag. 297, e nel T°. II. pag. 447 di questo Giornale, abbiamo riportate alcune esperienze che il nostro amico e Collega il Prof. Ranzi Clinico a Firenze, aveva eseguito per nostra preghiera sul siluro del Nilo, nell'occasione di un suo viaggio in Egitto.

Da queste esperienze, che erano state condotte con diligenza e con buon metodo, avevamo dedotto che la scarica elettrica del siluro era diretta nell'arco esterno, cioè nel filo del galvanometro, dalla coda alla testa dell'animale, come poli dell'organo elettrico e quindi al contrario di quello che avviene nel ginnoto.

Du Bois-Raymond ha ripetuto recentemente una ricerca simile sopra un siluro vivo che era stato portato a Berlino dall'Egitto e ne ha pubblicato il risultato che conferma l'esperienza citata, forse ignorando che fosse già stata fatta e pubblicata.



superficie della lente, e la terza alla porzione dell' asse del pennello emergente. Le presenti tre equazioni, essendo dedotte dalle (11), col solo omettere delle quantità del sest' ordine di grandezza, affatto trascurabili, sussistono nello stesso grado di esattezza di queste, così che, se la lente fosse rigorosamente rap-

...' suoi effetti dalle (11), anche l' asse del pennello

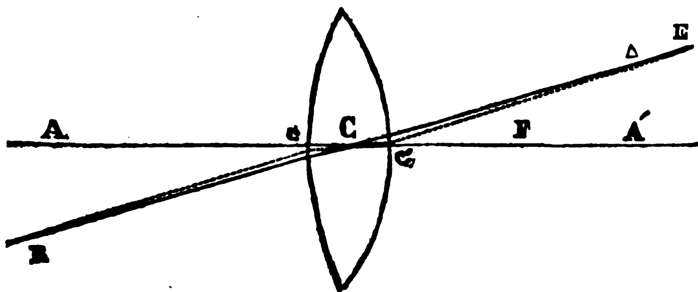
NUOVA TEORIA DEGLI STROMENTI OTTICI, DEL PROF. O. F. MOSSOTTI

(*Continuazione*)

lente . .

$$\rho_1 : \rho_2 :: x' : x'',$$

per cui, in virtù di questa e dell'equazione (16), ottengono le distanze rispettive del centro ottico C dalle due superficie della lente, tagliando la sua grossezza $cc' = h_1$, nelle parti c C, e C c', direttamente proporzionali ai raggi di curvatura delle medesime.



Costruito per tal modo il centro ottico, ed osservato, che le porzioni dell' asse del pennello incidente ed emergente, prolun-

gate nell'interno della lente, passano a delle distanze dallo stesso centro, che sono del terz'ordine di grandezza (*), e trascurabili, suppongono che queste due porzioni s'incontrino in esso. Unendo quindi il punto radiante R al centro ottico per mezzo della retta RC, e prolungandola indefinitamente, prendono l'unica retta RE, per l'asse totale del pennello luminoso, nel caso, che la lente sia immersa in un solo fluido. Se poi i mezzi, in contatto da una parte e dall'altra delle due superficie della lente, fossero diversi, bisognerebbe, per avere la porzione dell'asse del pennello emergente, far partire, dal detto centro C, la retta CE in modo, che facesse coll'asse centrale CA' un'angolo X_2, il cui seno fosse dato dalla proporzione, che somministra la formola (14). Supponendo in fine, che CF dinoti la distanza focale principale della lente, e tagliando sulla CE una porzione CΔ, data dalla proporzione:

$$RC - CF : CF :: RC : C\Delta,$$

che deducesi dalla formola (7)'', il punto Δ sarà il fuoco coniugato del punto radiante R.

4.

Microscopio semplice.

Le lenti, per le quali il valore di F è positivo, che, come abbiamo già notato, si distinguono pel carattere geometrico, facile a dimostrarsi colla formola (6)'', d'essere più grosse nel mezzo che ai loro bordi, e pel carattere fisico di far concorrere in un fuoco reale i raggi, che cadono paralleli su di esse, godono delle proprietà di poter servire a farci vedere gli oggetti amplificati.

Per dedurre dalle formole esposte la quantità, di cui ci parrebbero ingrandite le dimensioni lineari degli oggetti osservati colle dette lenti, fa duopo che premettiamo alcuni principii sulla visione.

(*) Chiamando d' e d'' queste distanze, esse sono date dalle formole
$d' = x' \sin X_0 - y_1 \cos X_0$, $d'' = x'' \sin X_2 - y_2 \cos X_2$.

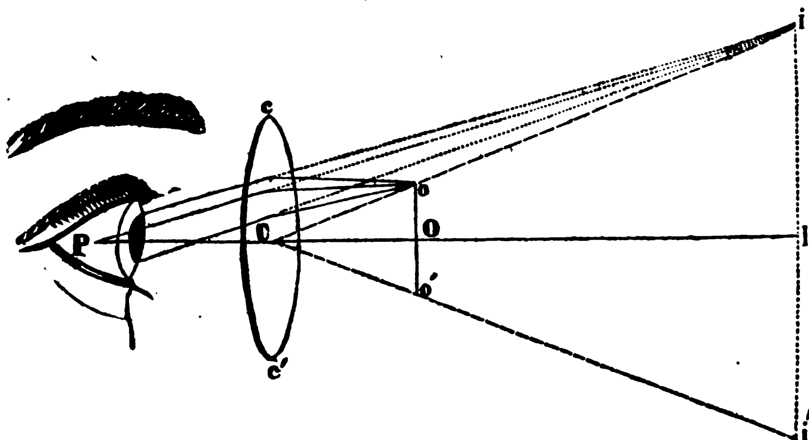
L'occhio è l'organo di un senso, che propriamente ci rende soltanto avvertiti della direzione in cui stanno i punti o fuochi, dai quali ci pervengono i pennelli dei raggi luminosi, e della maggiore o minore quantità, e divergenza, con cui i raggi di ciascun pennello penetrano per la pupilla. Col primo effetto siamo fatti consapevoli dell'angolo visuale, che sottende una dimensione lineare qualunque dell'oggetto; col secondo apprezziamo la sua chiarezza e distinzione. Associando colla riflessione e coll'esercizio, a questi dati quelli, che ci porge il senso del tatto, impariamo a giudicare della grandezza delle dimensioni lineari degli oggetti, stimandole in ragion composta dell'ampiezza dell'angolo visuale che sottendono, e della distanza che attribuiamo all'oggetto. L'abitudine ci addestra così bene a questo giudizio, che in seguito lo formiamo, sugli oggetti posti in distanza, per intuizione, senza più riflettere sulla natura dei dati con cui lo pronunciamo.

Se si tratta d'oggetti poco discosti, la cui distanza ci sia conosciuta, o se abbiamo una prenozione di ciò che si guarda, il giudizio, che formiamo delle grandezze lineari osservate, è esatto. Se le distanze degli oggetti sono semplicemente arguite col senso, pel grado maggiore o minore di convergenza, con cui dirigiamo su di essi gli assi ottici de' nostri occhi, e pell'effetto concomitante di contrazione, in cui alcune delle parti interne di questi organi soglionsi porre, per rendersi atte a concentrare sulla retina i pennelli più o meno divergenti dei raggi luminosi; o bene, se sono congetturate dalla vista contemporanea di oggetti interposti, o dall'effetto della prospettiva aerea, la quale fa sì, che la chiarezza degli oggetti diminuisce col crescere delle loro distanze, allora il giudizio diviene incerto. Se poi le distanze degli oggetti escono dagli stretti limiti in cui è compresa la porzione di superficie terrestre soggetta alla nostra vista, il giudizio è per lo più erroneo, massime se si tratta di corpi luminosi. Il diametro del sole è giudicato di diversa lunghezza da diverse persone, ma sempre nei limiti di pochi decimetri, eppure in realtà ascende a circa 1431 milioni di metri.

Posti questi principii, possiamo facilmente calcolare le grandezze lineari, che diamo agli oggetti veduti, per mezzo delle

loro immagini, attraverso ad una lente, di cui la distanza focale principale positiva sia conosciuta. Per fissare le idee, supponiamo che la lente sia tenuta davanti la pagina di un libro, o davanti ad un piccolo oggetto posto sopra una tavola, o retto coll'altra mano. Acciò in queste circostanze succeda l'effetto dell'ingrandimento, e si veda l'immagine diritta, bisogna, giusta la formola (7)″, che il valore di Δ sia negativo e maggiore di Δ_0. A queste due condizioni soddisfanno, come già abbiamo osservato, tutti i valori di Δ_0 compresi fra 0 ed F.

Sia nella figura annessa rappresentata con $o\,o'$ la dimensione lineare dell'oggetto, incontrata nel punto O dall'asse centrale O C della lente c C c',



e consideriamo il punto raggiante, che trovasi nell'estremità o: quello, che diremo di questo punto, sarà egualmente applicabile anche al punto o' all'altra estremità della linea oo'. Alla distanza C I, presa dal centro ottico C della lente, e conjugata a quella C O dell'oggetto, conduciamo la perpendicolare i I i' all'asse centrale, e dal detto centro la retta C o i, che incontri la delineata perpendicolare nel punto i; questo punto sarà, giusta le formole (8)″, il fuoco conjugato del punto luminoso o, poichè abbiamo per costruzione:

$$\mathrm{I}i = \frac{\mathrm{IC}}{\mathrm{OC}} \cdot \mathrm{O}o \,,$$

e le rette $I i$, IC, OC ed $O o$ rappresentano respettivamente le quantità y, $-\Delta$, Δ_0 ed y_0 nella citata formola.

Da questa costruzione rilevasi pertanto, che i raggi luminosi, i quali, partiti dal punto o, indi rifratti dalla lente, formano un pennello di luce, il cui asse passa pel punto P, ove trovasi il centro ottico del cristallino, o centro ottico dell'occhio (*), e si concentrano poi sulla retina, sono quelli, che si propagano in direzioni tali, che, se venissero prolungati per indietro, dopo essere usciti dalla lente, anderebbero a riunirsi nel fuoco virtuale i, e quindi, che l'occhio percepirà il punto o nella direzione in cui lo vedrebbe, se i suoi raggi procedessero dal detto fuoco.

La tangente dell'angolo IPi, compreso fra l'asse centrale e la visuale Pi, sarà data da

$$\tan IPi = \frac{Ii}{IP},$$

ovvero, sostituendo i valori precedentemente citati di Ii ed IP, ed impiegando il valore dell'angolo, espresso in parti del raggio, per quello della sua tangente, ciò che può farsi per la sua piccolezza, da

$$IPi = -\frac{\Delta}{\Delta_0}\frac{y_0}{d-\Delta};$$

dove abbiamo messo $-\Delta+d$ in luogo di IP, perchè si ha

(*) L'asse d'un pennello di luce, che investe la cornea, è segnato dal raggio, che la traversa irrefratto, e quindi da quello che vi cade perpendicolarmente, e va a passare pel centro della superficie, supposta sferica, di cui la cornea è una zona. È notevole che, nella costruzione dell'occhio umano, questo centro coincida, o sia molto prossimo al centro ottico del cristallino, per cui lo stesso raggio segna pure l'asse del pennello nell'interno del cristallino, ed arriva precisamente, o quasi, in linea retta sulla retina; per questo motivo abbiamo qualificato il centro ottico del cristallino come centro ottico dell'occhio. Dalla superficie esteriore della cornea al centro ottico del cristallino vi sono poco più di 7^{mm}, e da questo alla retina circa 7^{mm}, che costituiscono presso a poco la lunghezza focale dell'occhio umano.

$CI = -\Delta$, $CP = d$, dinotando con d la distanza del centro ottico dell'occhio dalla lente, ed è $IP = CP + CI$.

Lo stesso discorso, ripetuto rispetto al punto o', ci condurrà all'equazione simile

$$IPi' = \frac{\Delta}{\Delta_0} \frac{y_0'}{d - \Delta},$$

essendo $Ii' = -y'_0$.

La somma di questi due angoli ci darà l'angolo visuale sotteso dall'oggetto, la cui lunghezza $oo' = y_0 - y'_0$ indicheremo con λ, e si avrà pel valore dell'angolo visuale l'espressione

$$iPi' = -\frac{\Delta}{\Delta_0} \frac{\lambda}{d - \Delta}.$$

Ora possiamo notare che, l'osservatore avendo l'intimo sentimento, che le lettere o l'oggetto guardato, stanno sulla pagina del libro o sulla tavola, ed i bordi, sporgenti dall'una o dall'altra di queste superficie, tenendolo costantemente avvertito a qual distanza esse stanno dal suo occhio, il medesimo riterrà tuttavia l'immagine nel luogo dell'oggetto, alla distanza $PO = d + \Delta_0$, e quindi, giusta il premesso principio, con cui sono stimate le dimensioni lineari, giudicherà la grandezza reale dell'oggetto espressa da

$$(20) \qquad l = -\frac{\Delta}{\Delta_0} \frac{d + \Delta_0}{d - \Delta} \lambda.$$

Acciò la pupilla dell'osservatore riceva il pennello dei raggi luminosi, emanati dal punto o, colla divergenza convenevole per ben percepirne l'immagine, bisogna che la distanza $PI = -\Delta + d$ sia quella, che corrisponde alla sua visione distinta, quella cioè, a cui il medesimo vede gli oggetti di piccola grandezza ben definiti. Chiamando D questa distanza, che è differente per differenti osservatori (*), si dovrà avere

$$(21) \qquad d - \Delta = D$$

(*) La distanza per la visione distinta non solo è diversa per diversi osservatori, ma è variabile per lo stesso osservatore secondo il grado di

e quindi, eliminando dalla precedente equazione d con questa, e Δ con quella segnata (7)″, si otterrà

$$(22) \qquad l = \left\{ 1 - \frac{\Delta_0}{D} \frac{\Delta_0}{F - \Delta_0} \right\} \frac{F\lambda}{F - \Delta_0},$$

contrazione o distenzione dell' uvea, e quindi secondo il grado di luce che domina, come pure lo può essere da un giorno all'altro secondo lo stato degli umori del suo occhio.

Il Dott. Porterfield nella sua opera *On the eye* Vol. 2 an. 1759, ed il Dott. Young, Lezione XXXVIII, hanno proposto ciascuno uno stromento, simile nel principio, per determinare la detta distanza, al quale hanno dato il nome di *Optometro*. Un altro stromento, diretto allo stesso scopo, si trova descritto negli *Annales des sciences d'observation*, Juin 1829, dal sig. Lehot, sotto il nome di *Opsiometro*. In mancanza di uno di questi istromenti, si può determinare con sufficiente precisione tale distanza, facendo con uno spillo due piccoli fori in un cartoncino, per esempio in una carta da visita, ad una distanza reciproca minore del diametro della pupilla, come sarebbe quella di un millimetro e mezzo, e poi guardando attraverso di essi lo spillo medesimo, o qualche altro corpo sottile ed oblungo, perpendicolare alla linea che congiunge i due fori, e che luca su di un campo oscuro a piccola distanza dalla parte opposta. In questo modo si vedranno due piccoli dischi luminosi, che si sovrapporranno in parte, e nella parte comune si scorgeranno due immagini dello spillo o dell'oggetto, ed allontanandosi per gradi dal corpo osservato, si noterà, che le due immagini anderanno avvicinandosi fra loro. Quando si sia pervenuti ad una distanza alla quale esse si compenetreranno, la medesima sarà quella della visione distinta. L'osservatore, che è dotato di un occhio ben conformato, o che è semplicemente di vista lunga, continuerà a vedere le immagini compenetrate, ancorchè passi a distanze maggiori, soltanto, a più grandi distanze, esse cominceranno a divenire indistinte, e poi spariranno per la successiva diminuzione di luce, e degli angoli visuali sottesi dall'oggetto. Se poi l'osservatore è di vista corta, tornerà ad incontrare un'altra distanza, alla quale cominceranno a comparire due immagini dell'oggetto, e questa distanza gli darà il suo secondo limite di visione distinta ma vi sarà questa differenza nelle osservazioni fatte fuori dei due limiti, che, fuori del primo, l'immagine a diritta corrisponderà alla luce che passa pel foro a sinistra, e l'immagine alla sinistra a quella che passa pel foro alla diritta, e fuori del secondo le due immagini corrisponderanno respettivamente alla luce passante pei fori dello stesso lato, lo che si potrà verificare con facilità, coprando alternativamente l'uno o l'altro dei due fori.

Per comprendere come ciò avvenga, noteremo primieramente, che si può rendere la visione di un piccolo oggetto sensibilmente chiara e definita, ancorchè esso si trovi ad una distanza minore o maggiore di quella della visione distinta, guardando il piccolo oggetto per un tenuissimo fo-

dalla qual formola si vede, che la grandezza apparente l delle dimensioni lineari degli oggetti è variabile colla distanza di essi dalla lente.

Questa formola è suscettibile di un massimo, rispetto a Δ_0, e si può dimandare a quale distanza deve porsi la lente dal-

ro. Se, per esempio, si guarda uno spillo a pochi pollici di distanza, e si trova, che la visione è confusa, basta guardarlo attraverso ad un piccolo foro praticato in un cartoncino, che si vedrà distintamente. Ciò dipende da che i pennelli lucidi, che partono dai diversi punti dell'oggetto, essendo ridotti molto sottili per la piccolezza del foro, che ammette il loro passaggio, ancorchè cadano sulla retina un po' dispersi, sono tuttavia sufficientemente raccolti per produrre sulla medesima delle immagini non troppo diffuse, ed atte a produrre ancora una percezione apprezzabile e definita dei punti da cui sono partiti.

Ciò posto immaginiamo un osservatore, che diriga l'asse ottico d'un suo occhio ad un punto dello spillo, e consideriamo i due pennelli lucidi, che partendo da esso, ed attraversando respettivamente i due fori praticati nel cartoncino, investono due piccole porzioni della sua pupilla. Se l'oggetto fosse alla distanza della visione distinta, i due pennelli anderebbero ad incontrarsi sulla retina nello stesso punto in cui essa è incontrata dall'asse ottico dell'occhio: se l'oggetto è ad una distanza minore, i due pennelli avrebbero i loro fuochi conjugati al di là della retina, e quindi il pennello a destra dell'asse ottico la incontrerebbe in un luogo a destra dello stesso asse, e quello a sinistra in un luogo a sinistra: se poi l'oggetto è ad una distanza maggiore, i fuochi conjugati dei due pennelli si formerebbero avanti ch'essi arrivassero sulla retina, e s'incrocicchierebbero nell'interno sull'asse ottico, per cui quello proveniente dal foro a destra incontrerebbe la retina in un luogo a sinistra di quest'asse, ed il proveniente dal foro a sinistra la incontrerebbe in un luogo a destra. In tutti e tre i casi però, la poca espansione dei pennelli farà sì, che i medesimi desteranno sulla retina, come abbiamo precedentemente notato, l'immagine di un punto; ma nel primo caso le due immagini saranno compenetrate, e l'osservatore non avrà che la percezione di un solo punto, e negli altri due casi, le immagini essendo separate, scorgerà due punti, uno per ciascun lato dell'asse ottico dell'occhio. Siccome noi riferiamo le immagini, che sono dipinte sulla retina a destra del detto asse, a punti radianti situati nello spazio alla sinistra di esso, e viceversa, quelle, che sono dipinte sulla retina alla sinistra, a punti radianti situati alla destra; così, nel secondo caso, la situazione dello spillo, veduto coi pennelli luminosi che passano pel foro a destra, sarà giudicata alla sinistra di quella rappresentata dai pennelli luminosi passanti pel foro a sinistra: per lo contrario, nel terzo caso, le due immagini avendo le loro posizioni invertite sulla retina, anche la situazione dello spillo, veduto coi raggi che attraversano il foro a destra, sarà riferita a destra di quella in cui esso è scorto coi raggi passanti pel foro a sinistra.

l'oggetto, acciò l'amplificazione lineare risulti la massima. Cercando questo valore colle note regole si trova

$$\frac{1}{\Delta_0} = \frac{1}{F} + \frac{2}{D},$$

e, sostituendolo nelle formole (7)'' e (21), dalle medesime si ricava

(23) $$\Delta = -\tfrac{1}{2}D \quad , \quad d = \tfrac{1}{2}D:$$

d'onde conchiuderemo, che, per ottenere l'effetto del massimo ingrandimento combinato colla massima distinzione della visione, la lente deve essere situata alla distanza

(24) $$\Delta_0 = \frac{1}{2\left(1 + \frac{D}{2F}\right)} D$$

dall'oggetto, e l'occhio deve stare al di là della lente alla metà della distanza della visione distinta.

In questo caso l'ingrandimento massimo lineare sarà dato da

(25) $$\frac{l}{\lambda} = 1 + \frac{D}{4F}.$$

Una lente, impiegata a produrre un ingrandimento delle dimensioni lineari apparenti degli oggetti vicini, dicesi un *microscopio semplice*, ed i risultati precedenti ci mostrano come quest'istromento può impiegarsi col massimo vantaggio, ciò, che, per quanto io sappia, non era ancora stato indicato colla dovuta precisione.

Le formole precedenti sono valevoli nel caso, che l'osservatore sia conscio della distanza a cui stà l'oggetto, che vede attraverso la lente, e che conservi durante l'osservazione questo sentimento. Se la distanza dell'oggetto, distintamente veduto, gli è sconosciuta, il medesimo ha naturalmente una tendenza a risguardarlo per lo meno alla distanza della visione distinta. In questo caso si dovrà sostituire nella formola (20)

D a $d+\Delta_0$, e l'ingrandimento lineare non potrà essere minore di quello dato dall'espressione

$$(26) \qquad \frac{l}{\lambda} = \frac{\Delta}{\Delta_0} .$$

Se l'oggetto, che si guarda attraverso la lente, è un dipinto, la cui distanza ci sia occulta, e se gli effetti di prospettiva geometrica ed aerea sono stati bene conservati; protraendo l'osservazione un po' a lungo, talchè l'occhio si adatti alla percezione di quegli effetti, ed il sentimento della distanza, a cui poteva sospettarsi il dipinto, sia come dileguato, si giunge perfino ad immaginare, che gli oggetti, che si vedono rappresentati, siano della grandezza naturale. Questo è ciò che avviene particolarmente cogli stereoscopii, nei quali l'effetto dei ritratti fotografici, per esempio, che è già notevole per la loro esattezza, viene di più ajutato dall'impiego di due di essi, nei quali è tenuto conto della piccola variazione di prospettiva geometrica, proveniente dalla distanza fra i due occhi.

5.

Occhiali.

L'uso più comune e più utile, che si fa delle lenti semplici, è quello di sussidiare la visione delle persone, le quali, per vedere bene gli oggetti, abbisognano di allontanarli od avvicinarli più di quello, che sarebbe comodo o possibile di tenerli. Le persone, che sono nel primo caso, son dette presbite, o di vista lunga, quelle nel secondo miopi, o di vista corta.

È noto dalla Fisiologia, che le parti trasparenti dei nostri occhi, come l'umor acqueo, il cristallino e l'umor vitreo, cogli integumenti che gli racchiudono, costituiscono un sistema diottrico, che fa le funzioni di una lente convergente rappresentante sulla retina, distesa sulla coroide nel fondo interno dell'occhio, e sede della percezione, le immagini degli oggetti che ci stanno davanti. Quando un'osservatore, i cui occhi son bene conformati, guarda naturalmente nello spazio, avendo gli assi ottici presso che paralleli, le immagini degli oggetti lon-

tani cascano sulle sue retine, il che vuol dire, che la distanza focale principale nei due sistemi diottrici, costituenti i suoi occhi, arriva giusto sino ad esse. Se il medesimo osservatore avesse poi a rivolgere lo sguardo ad un oggetto piccolo, soltanto visibile a poca distanza, tenendo gli occhi nello stato di prima, proverebbe il disagio d'una visione confusa, perchè i fuochi conjugati dei pennelli luminosi, partiti dai varii punti di esso, formandosi a maggiore distanza, la sua immagine risulterebbe situata al di là della retina in ciascun occhio, ed imperfettámente percettibile dal senso. La natura ha provvisto a quest' inconveniente, dotando gli occhi della facoltà di poter variare le loro distanze focali principali. Tosto che, nel guardare un oggetto vicino, facciamo concorrere su di esso i due assi ottici, per una certa connessione d'azione, che opera indipendentemente dal concorso della nostra volontà, gli occhi accorciano la loro distanza focale principale, in rapporto all'angolo fatto dagli assi medesimi, e la aggiustano alla lunghezza necessaria per portare sulle retine le immagini dell'oggetto (*). Tale facoltà si estende, per degli occhi ben conformati, dalla visione di oggetti situati alla distanza di 27 centimetri, che è il limite corrispondente della visione distinta, si-

(*) Che l'occhio abbia la facoltà di cambiare la sua distanza focale, adattandola alla visione distinta d'oggetti posti a differenti distanze, è una verità, che pare incontrastabilmente provata dagli esperimenti, descritti alle pagine 411, 415 del 1.° Volume della citata opera del Dott. Porterfield; i quali sono stati concepiti sul modello di quello fondamentale, riferito dal Dott. Motte in una raccolta intitolata *Versuche und Abhandlungen der Gesellschaft in Dantzig*. 3 Volumi, Danzica an. 1747, che è quello stesso, di cui abbiamo esposto i principii nella nota all'articolo precedente. Per quali mezzi poi l'occhio ottenga il detto adattamento non è ancor ben determinato. Il cangiamento di convessità della cornea, quello del cristallino, il trasporto di questo per avanti, la contrazione della pupilla, sono tanti mezzi, che furono messi in campo, come cause, per ottenere il detto effetto. Probabilmente tutte vi hanno qualche parte, ed è sperabile, che le nuove scoperte dei sigg. Brücke e Bauman sull'esistenza del muscolo ciliare, o tendine della coroide, confermate ed estese dai sigg. Müller e Rouget, saranno illustrate da altre, e si arriverà presto a mettere in chiaro il meccanismo, di cui il portentoso organo della vista si vale, per conformarsi a dare una sensazione distinta degli oggetti veduti a diverse distanze.

no a quella d'oggetti posti ad una distanza presso che infinita (*).

Se invece di considerare, un osservatore con occhi ben conformati, ne supponiamo uno, che, per deficienza nei poteri refrattivi delle superficie limitanti i mezzi rifrangenti de'suoi occhi, o per altro difetto, non riesca a ridurre sulle retine le immagini d'oggetti posti alla distanza di 27 centimetri, o ciò che torna allo stesso, non possa ridurre il limite della sua visione distinta a questa distanza, è chiaro che esso si troverà costretto d'allontanare gli oggetti sino al proprio limite, per poterli vedere con distinzione, ciò che, rispetto a piccoli oggetti, potrebbe far diminuire di troppo l'angolo ottico che essi sottendono per essere abbastanza bene percepiti. Per lo contrario se l'osservatore, per esuberanza dei poteri refrattivi delle dette superficie, non può allungare la distanza focale de' suoi occhi, sino a divenire la conjugata di quella d'oggetti posti alla distanza di 27 centimetri, a tanto non estendendosi il secondo limite della sua visione distinta, il medesimo sarebbe obbligato, per vederli chiaramente, d'approssimarli di più, lo che può divenire incomodo, e spesso impraticabile rispetto ad oggetti molto lontani. Le lenti semplici offrono a questi osservatori il mezzo d'esimersi da tali trasporti, e d'ottenere non di meno una visione distinta, per la proprietà, che hanno, di rendere i raggi dei pennelli luminosi, emanati dai varii punti degli oggetti, più o meno divergenti, come se partissero da luoghi più vicini o più lontani; e, quando le medesime sono destinate a questo ufficio, prendono il nome di *occhiali*.

Abbiamo visto infatti che le lenti convergenti, poste avanti gli oggetti ad una distanza minore della loro distanza focale principale, producono l'effetto di far arrivare agli occhi i pennelli dei raggi luminosi, emanati da ciascuno dei punti dell'oggetto, colla divergenza, che avrebbero se provenissero da un punto più lontano, e le divergenti quello di farli pervenire colla divergenza, che loro competerebbe se provenissero da un

(*) Si noterà, che i nostri occhi, per conseguire gli aggiustamenti della loro distanza focale corrispondenti a questi due lontanissimi estremi di posizione degli oggetti, non hanno bisogno d'accorciarla che d'un millimetro e mezzo.

punto più vicino. Per assegnare la forma delle lenti confaciente alla visione distinta d'un dato osservatore, riteniamo le denominazioni degli articoli precedenti, e dinotiamo di più con h la distanza dell'oggetto dal centro ottico dell'occhio, così che sia

$$(27) \qquad h = \Delta_0 + d;$$

sostituendo nella (7)″ per Δ_0 e Δ i valori, che si ricavano da questa e da quella segnata (21), avremo

$$(28) \qquad -\frac{1}{D-d} + \frac{1}{h-d} = \frac{1}{F};$$

dalla quale equazione apparisce che, dati D, h e d, si può calcolare la distanza focale principale F di una lente, acciò i pennelli luminosi, partiti dalla distanza h, arrivino agli occhi dell'osservatore come se partissero dalla distanza D alla quale il medesimo vede gli oggetti distintamente.

La distanza h, a cui torna comodo di tenere gli oggetti piccoli, come, per esempio, i caratteri ordinarii d'un libro, è appunto quella che compete al limite della visione distinta d'un occhio regolare, o di 27 centimetri. Nell'atto pratico gli occhiali soglionsi applicare assai vicini agli occhi, lo che è bene di fare, ma come non possono, senz'incomodo, tenersi in contatto con essi, e d'altronde la distanza d deve essere presa dal centro ottico dell'occhio, la medesima non sarà mai nulla; prenderemo per valor medio di essa quella di 25 millimetri. La distanza D della visione distinta varia colla persona alla quale gli occhiali sono destinati, e deve essere ottenuta coll'esperimento, che abbiamo indicato nella nota dell'articolo precedente, od, ancor meglio, con un optometro. Ponendo, nella premessa equazione (28), per h e d i corrispondenti valori, e ricavando da essa quello della lunghezza focale F della lente, la medesima sarà data in millimetri dalla formola

$$F = 245\,\frac{D - 25}{D - 270},$$

colla quale si potrà calcolare, per ogni osservatore, di cui la

distanza D della visione distinta sia conosciuta, la forza delle lenti, cioè la lunghezza focale delle medesime più conveniente alla sua vista.

Varii Autori soggiungono la riflessione, che gli occhiali convergenti aumentano, ed i divergenti diminuiscono le dimensioni lineari apparenti degli oggetti, e danno la formola

$$\frac{l}{\lambda}=\frac{D}{h},$$

per calcolare quest'effetto. Ma ciò è contrario al fatto: l'accrescimento o decrescimento delle dimensioni lineari apparenti varia colla distanza dell'occhio della lente, e nella pluralità dei casi è molto minore di quello che somministra questa formola. Quando, per difetto di vista regolare, si fa uso d'occhiali, come, per esempio, quando leggiamo con essi, non ci vien fatto di spogliarci della prevenzione, che i caratteri sono sulla pagina del libro che teniamo davanti, e bisogna ricorrere alla formola (20), da noi proposta nell'articolo precedente, per calcolare l'effetto in discorso. Eliminando da essa Δ e Δ_0, colle (21) e (27), ed impiegando i valori numerici su riferiti, quella formola ci dà, per esprimere la ragione della grandezza delle dimensioni lineari apparenti alle vere, la seguente

$$\frac{l}{\lambda}=\frac{270}{245}\left(1-\frac{25}{D}\right).$$

Una persona presbita, che distinguesse bene i caratteri ordinarii di stampa alla distanza di un metro, vedrebbe, secondo questa formola, le loro dimensioni lineari ingrandite di circa $\frac{1}{13}$. Quest'accrescimento sarebbe più grande, se la distanza delle lenti dagli occhi fosse maggiore di quella supposta di 25 millimetri.

6.

Riduzioni di cui sono suscettibili le funzioni $P_\mu^{(i)}$ nel caso che si trascurino le grossezze delle lenti.

Avanti d'accingerci ad applicare le formole generali a dei

sistemi ottici, formati da lenti, le grossezze delle quali possono frequentemente considerarsi come piccole di second'ordine e trascurabili, giova che premettiamo un' osservazione, la quale ci mostra come, in questi casi, si effettui una riduzione notevole di termini nella formazione delle funzioni $P_{\mu}^{(i)}$

Siavi, nella composizione d'un sistema ottico, una lente, limitata da due superficie, che supporremo corrispondenti agli indici λ, e $\lambda + 1$, i centri delle quali distino della quantità h_{λ}. Se questa distanza è trascurabile, l'elemento, $p_{2\lambda}$, che, giusta le (4) del Capitolo III, Parte I, ci vien dato per mezzo della formola

$$p_{2\lambda} = v_{\lambda}\, h_{\lambda}\, \beta_{\lambda} \,,$$

potrà aversi per nullo. Ora l'espressione di $P_{\mu}^{(i)}$ risultando, secondo la legge esposta all'articolo 1 del Capitolo IV, Parte I, dal sopprimere nel primo termine

$$\text{(I)} \qquad p_i p_{i+1} \cdots\cdots p_{2\lambda-2}\, p_{2\lambda-1}\, p_{2\lambda}\, p_{2\lambda+1}\, p_{2\lambda+2} \cdots\cdots p_{\mu-1}\, p_{\mu} \,,$$

ed in quelli che da esso derivano, l'una per volta, ciascuna coppia dei fattori p, i cui indici corrispondano a due termini successivi nella serie de' numeri naturali, e col sostituirvi in sua vece l'unità, è chiaro, che quei termini, nei quali rimarranno ancora sussistenti l'una o l'altra delle due coppie $p_{2\lambda-1}\, p_{2\lambda}$, o $p_{2\lambda}\, p_{2\lambda+1}$, saranno superflui, come contenenti il fattore $p_{2\lambda}$ che li annulla. Volendo escludere direttamente tali termini nella formazione della funzione $P_{\mu}^{(i)}$ basterà, come è facile di riconoscerne l'esattezza, impiegare pel primo termine della medesima il prodotto

$$\text{(II)} \qquad p_i p_{i+1} \cdots\cdots p_{2\lambda-2}\, (p_{2\lambda-1} + p_{2\lambda+1})\, p_{2\lambda+2} \cdots\cdots p_{\mu-1}\, p_{\mu} \,,$$

e dedurre i termini seguenti, colla legge sopra citata, considerando la somma $p_{2\lambda-1} + p_{2\lambda+1}$, come il fattore intermedio fra i due $p_{2\lambda-2}$ e $p_{2\lambda+2}$.

Si osserverà, che, se l'elemento $p_{2\lambda}$ corrispondesse al pri-

mo od ultimo fattore del prodotto (I), quello segnato (II) comincerebbe col fattore $p_{2\lambda+2}$, o terminerebbe col fattore $p_{2\lambda-2}$, o con qualche altro fattore d'indice pari $>2\lambda+2$ nel primo caso, e $<2\lambda-2$ nel secondo; e che, quando nella (I) non esistesse altra coppia di fattori, il prodotto (II) si ridurrebbe all'unità.

Il primo termine (I) contenendo due fattori di più di quello segnato (II), si vede, che la sostituzione di questo al precedente fa abbassare di due unità l'ordine della funzione $P_{\mu}^{(i)}$ rendendone più semplice l'espressione.

Se, nella serie degli elementi p, se ne trovasse un'altro $p_{2\nu}$, che corrispondesse parimenti ad una lente, in cui la distanza h_{ν} compresa fra i due centri di figura delle sue superficie fosse trascurabile, si proverebbe, col ragionamento precedente, che, per ottenere la funzione $P_{\mu}^{(i)}$ ridotta ai soli termini non trascurabili, bisognerebbe sopprimere nell'espressione del primo termine (II) il prodotto $p_{2\nu-1}\, p_{2\nu}\, p_{2\nu+1}$, e sostituirvi la somma $p_{2\nu-1}+p_{2\nu+1}$; e così, per quante lenti sottili fossero comprese nel sistema ottico che si considera.

Quando il sistema fosse formato di sole lenti di poca grossezza, separate fra loro da certe distanze, le sostituzioni suddette ridurrebbero alla metà il numero de' fattori componenti il primo termine della funzione $P_{\mu}^{(i)}$, e quindi anche l'ordine di questa funzione, ciò che arrecherebbe una semplificazione notevole, stante il gran numero di termini, di cui constano le funzioni P d'un ordine superiore.

Noteremo in fine che, generalizzando le formole date nell'articolo 2, si ha

$$v_{\nu+1}(p_{2\nu-1}+p_{2\nu+1}) = -\frac{v_{\nu+1}}{v_{\nu}}(\varphi_{\nu}-\varphi_{\nu+1}) = -\frac{1}{f_{\frac{\nu+1}{2}}},$$

essendo

$$\varphi_{\nu} = -\frac{1}{\rho_{\nu}}\left(1-\frac{v_{\nu}}{v_{\nu-1}}\right), \quad \varphi_{\nu+1} = -\frac{1}{\rho_{\nu+1}}\left(1-\frac{v_{\nu}}{v_{\nu+1}}\right);$$

(*continua*)

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, DI CHIMICA E SCIENZE AFFINI

COMPILATO DAI PROFESSORI

C. MATTEUCCI E R. PIRIA

COLLABORATORI

PER LA FISICA

G. B. DONATI a Firenze
R. FELICI a Pisa
G. GOVI a Firenze

PER LA CHIMICA

. . . .
S. CANNIZZARO a Genova
S. DE LUCA a Parigi

Tomo VI.

DICEMBRE

(Pubblicato il 20 Gennajo 1858)

1857

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI

PATTI D' ASSOCIAZIONE



1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, ciascuno de' quali di 30 fogli di stampa, sarà corredato di un' indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per la Toscana franco fino al destino . . . . Lire toscane 20

Per il Regno delle due Sicilie Ducati 4, pari a . . . Lire toscane 25

Per il Piemonte, il Regno Lombardo-Veneto, lo Stato Pontificio ed i Ducati di Parma e di Modena, franco fino al destino, Franchi 20 effettivi pari a . . . . Lire toscane 24

Per gli altri Stati fuori d'Italia, franco fino al destino, Franchi 25; pari a . . . . Lire toscane 30

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento potrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del Nuovo Cimento si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani* — *Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — *Al Prof.* R. Piria.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — *Al Prof.* C. Matteucci.

Le associazioni si ricevono dai seguenti

Torino — G. B. Paravia e Comp.
Firenze — G. P. Vieusseux.
Pietrasanta — Fratelli Bartalini.
Roma — Francesco Bleggi, Via del Piè di Marmo N. 38.
Bologna — Marsigli e Rocchi.
Modena — Carlo Vincenzi.
Reggio di Modena — Stefano Calderini.
Parma — Giovanni Adorni.
Milano — Gaetano Brigola.
Venezia — Gaetano Brigola
Trieste — Colombo Coen.
Napoli — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.
Messina — Antonio di Stefano.
Parigi — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.
Vienna — Braumüller.

Presso il Tipografo Pieraccini

TROVANSI I SEGUENTI LIBRI

MATTEUCCI C. Manuale di Telegrafia Elettrica. 2ª Edizione con aggiunte e figure intercalate nel testo. — Pisa 1851 un vol. in-12°.

Detto — Lezioni di Fisica, 4ª edizione ampliata di nuove lezioni. — Pisa 1850, un vol. in-8° con atlante.

Detto — Lezioni di Elettro-fisiologia — Corso dato nell'Università di Pisa nell'anno 1856, in-8° pag. 136. Si vende in Pisa dai fratelli Nistri al prezzo di Paoli 5.

PIRIA R. Trattato Elementare di Chimica inorganica, 5ª edizione, con undici tavole incise in rame, — Napoli 1853 un vol. in-8°.

